C. DIRAND
E. CARRON

LES SCIENCES
AU COURS SUPÉRIEUR
LEÇONS DE CHOSES



CLASSE DE 7ᵉ

A. HATIER, ÉDITEUR

DANS LA MÊME COLLECTION :

DES FLEURS, DES FRUITS, DES BÊTES

ET AUTRES SCIENCES D'OBSERVATION

Cours élémentaire (1re et 2e année)

par Mme E. CARRON et Mme E. CHARLEUX, Professeur à l'École Normale d'institutrices d'Auxerre

Un vol. 21×27, illustré en couleurs, *80 pages, cartonné.*

LES SCIENCES AU COURS MOYEN (1re et 2e année)

par Mme E. CARRON, E. CARRON et C. DIRAND.

Classes de 8e des lycées et collèges

Un vol. 19×24, **illustré en couleurs.** *140 pages, cartonné*

L'édition en noir (couverture bleue) est maintenue

LIVRE DU MAITRE

POUR LE COURS MOYEN ET LE COURS SUPÉRIEUR

L'illustration de ces manuels fait l'objet de FILMS SPÉCIAUX POUR PROJECTIONS FIXES, réalisés par les ÉDITIONS FILMÉES 15, rue d'Argenteuil, Paris.

TABLEAUX MURAUX DE SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

ÉLÉMENTS DE SCIENCES APPLIQUÉES

par M. ORIA Professeur agrégé de Sciences Naturelles au Lycée de Versailles, **E. CARRON, C. DIRAND et A. TRIHOREAU,** Directeur d'École Rurale.

Classe de fin d'études primaires

ÉCOLES RURALES. 1 volume illustré 528 pages . . . . »

ECOLES URBAINES DE GARÇONS. 1 volume illustré, 416 pages . . . . »

ECOLES DE FILLES. Avec la collaboration de **Mme COMPAIN,** professeur d'enseignement ménager. 1 volume illustré . . . . »

E. CARRON
Professeur au Lycée Claude-Bernard.

Mme E. CARRON
Professeur à l'École Normale
d'Institutrices de Paris

C. DIRAND
Directeur d'École
et de Cours Complémentaire à Paris

Les Sciences

au Cours Supérieur

LEÇONS DE CHOSES

Classe de 7e des Lycées et Collèges.

Édition conforme aux nouveaux programmes



PARIS
LIBRAIRIE A. HATIER
8, rue d'Assas, VIe

14e Édition.

PRÉFACE

Dans cet ouvrage, destiné à la classe de Septième des lycées et collèges et à la deuxième année du Cours moyen des écoles primaires, les auteurs ont voulu réaliser une conception nouvelle. Croyant faire œuvre utile, ils ont rédigé deux livres distincts, en étroite liaison l'un avec l'autre cependant : *un* **Livre du Maître** *offre aux instituteurs la substance de leçons entièrement développées; un* **Livre de l'Élève** *contient les résumés substantiels de ces mêmes leçons.*

Le maître sait, en effet, par expérience, que l'enfant éprouve des difficultés à étudier ses leçons dans un texte trop abondant : les idées essentielles ne s'en dégagent pas nettement pour lui et la longueur du développement exige de sa part une attention soutenue qu'il n'est pas toujours disposé à fournir. Par contre, un **résumé substantiel** *met en relief les notions fondamentales; quelques efforts permettent alors à l'élève de les fixer en sa mémoire dans la forme à la fois correcte et concise que demande l'expression des faits scientifiques.*

Dans la réalisation du **Livre du Maître,** *les auteurs ont eu le souci de fournir à l'instituteur les éléments logiquement ordonnés d'une leçon riche et vivante, où* **l'observation** *et* **l'expérimentation** *tiennent une large place. Ils se sont efforcés de multiplier les comparaisons, les détails concrets et suggestifs capables de solliciter l'intérêt, de provoquer l'étonnement, de faire naître chez l'enfant l'admiration pour les choses de la nature. Des questions propres à le faire réfléchir ont été intercalées au cours de certaines leçons (Physique et Chimie notamment).*

La matière complexe des leçons du maître, semblablement ordonnée à dessein, mais vigoureusement condensée, se retrouve dans le manuel destiné à l'élève.

Pour rendre plus attrayante à l'enfant l'étude du résumé, qui pourrait lui sembler un peu froid, les auteurs ont voulu qu'il trouvât dans son livre une illustration tout à la fois précise, vivante et vraiment artistique. Grâce à cette illustration qui lui rappellera les expériences du maître et maint détail, l'élève « revivra » en quelque sorte la leçon qu'il a entendue. Des artistes éminents l'ont spécialement composée pour cet ouvrage.

Par souci pédagogique, les auteurs ont désiré que chaque leçon figurât sur une page unique et accompagnée, soit en regard, *d'une planche illustrée.*

L'ouvrage, en conformité avec les nouveaux programmes du 16 août 1941, comprend 70 leçons, certaines pouvant d'ailleurs exiger deux séances consécutives.

On trouvera à la fin du volume (pp. 145 à 151) *une série* **d'Exercices et de Sujets d'examens,** *destinés à compléter les questions posées à la suite des leçons.*

Les auteurs font appel à l'esprit d'amicale collaboration de leurs collègues. Ils leur seront reconnaissants des observations qu'ils voudront bien leur présenter et s'efforceront d'en tenir le plus grand compte dans l'avenir

L'illustration a été réalisée par M. BARTHÉLEMY, *Professeur diplômé de dessin de la Ville de Paris, Premier Second Grand Prix de Rome, avec la collaboration de* MM. ROLLET, BERTILLON *et* ROLLAND.

---

1. — CHUTE DES CORPS — LA PESANTEUR

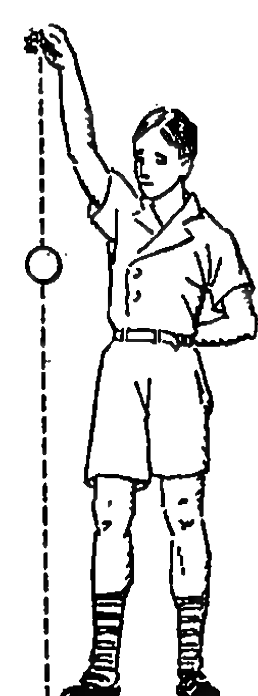


Fig.1. Un corps abandonné à lui-même tombe vers le sol.

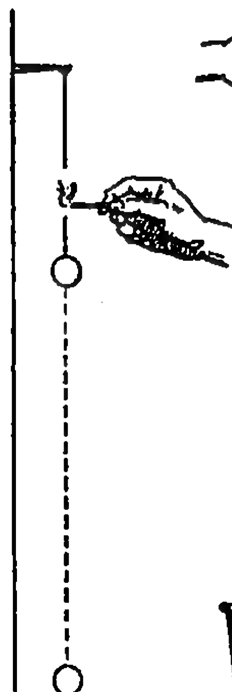


Fig.2. Les corps qui tombent suivent une ligne droite, verticale, donnée par le fil à plomb.

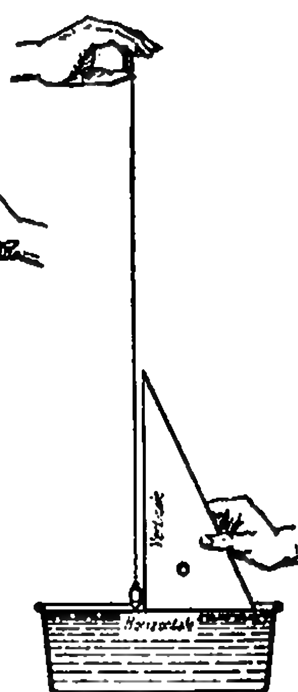
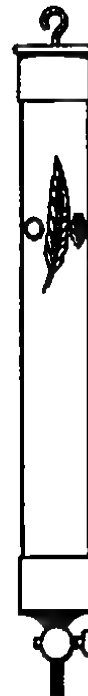


Fig.3. La verticale donnée par le fil à plomb est perpendiculaire à la surface d'une eau tranquille appelée surface horizontale.



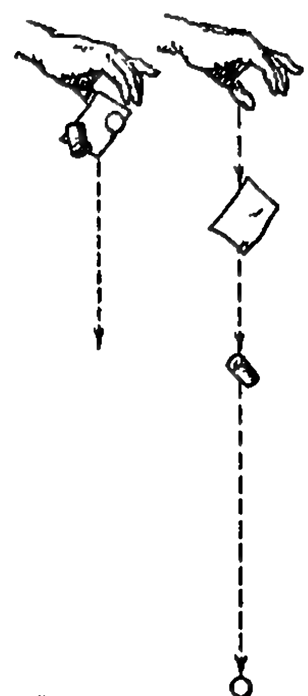


Fig.8.

Les corps tombent avec la même vitesse dans le vide.

Dans l'air les corps tombent inégalement vite

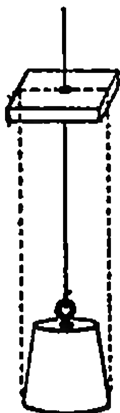


Fig.4. Fil à plomb des maçons.

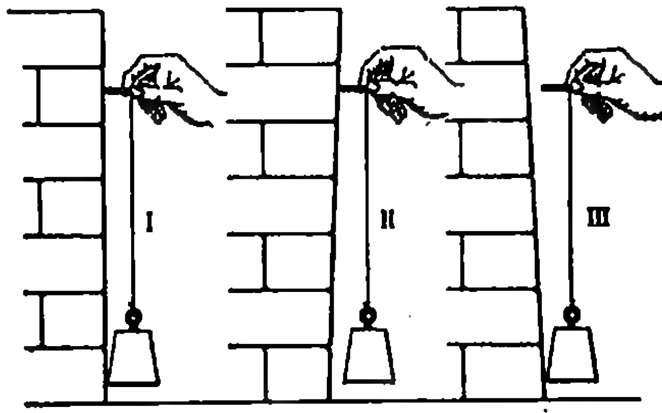


Fig.5. Positions du fil à plomb par rapport à un mur vertical, un mur qui penche à droite, un mur qui penche à gauche.

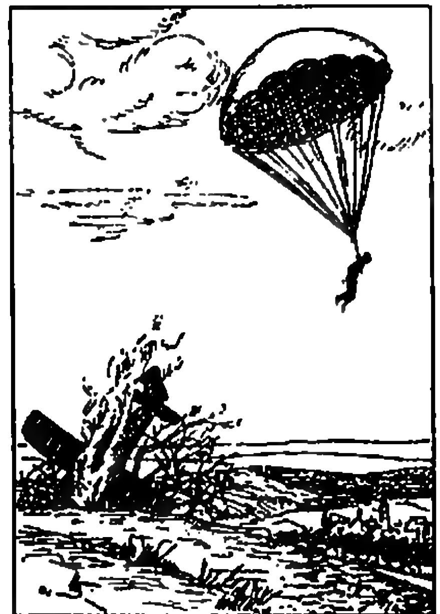
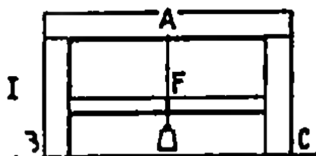


Fig.9. La chute de l'aviateur est ralentie par le parachute.



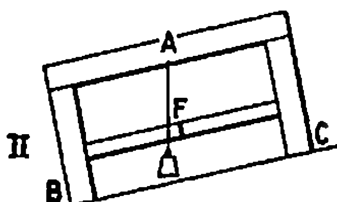
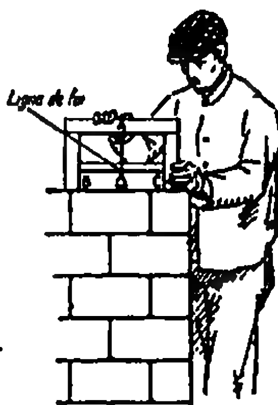


Fig.6. Niveau des maçons.



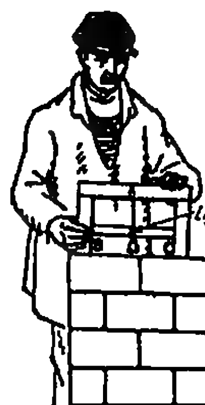


Fig.7. Vérification de l'horizontalité.

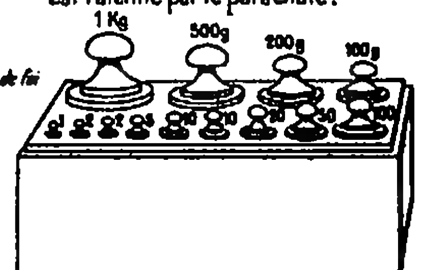


Fig.10. Boîte de poids marqués.

PHYSIQUE

CHUTE DES CORPS — LA PESANTEUR

I. — Tous les corps sont pesants.

Un corps abandonné à lui-même tombe sur le sol.

Ce mouvement est produit par l'attraction que la Terre exerce sur les corps qui l'environnent. Cette attraction s'appelle la **pesanteur.**

II. — Direction de la pesanteur.

En un même lieu, les corps tombent toujours suivant la même direction. Cette direction, *appelée verticale*, est donnée par le fil à plomb.

Ainsi, une bille vient toujours frapper le sol au même point, quelle que soit la hauteur à laquelle on la lâche (fig. 2).

En un lieu donné, la verticale est perpendiculaire à la surface de l'eau tranquille, appelée encore *surface horizontale* (fig. 3).

Applications. — Le *fil à plomb* est indispensable aux maçons pour vérifier l'aplomb des murs en construction, c'est-à-dire la verticalité (fig. 4 et 5).

Le *niveau des maçons* indique qu'une surface est horizontale, lorsque le fil à plomb passe par le milieu de la traverse (fig. 6).

III. — Vitesse de chute des corps.

Dans l'air, tous les corps ne tombent pas avec la même vitesse.

Un corps qui tombe écarte l'air qu'il rencontre pour pouvoir passer. Il éprouve, de la part de l'air, une *résistance* qui tend à *ralentir son mouvement.* Les corps lourds, compacts, arrondis ou effilés tombent plus vite que les corps légers, ayant une grande surface. C'est ainsi que les grêlons tombent plus vite que les flocons de neige. Parfois, la chute est considérablement ralentie, c'est ce qui se produit dans le cas du parachute.

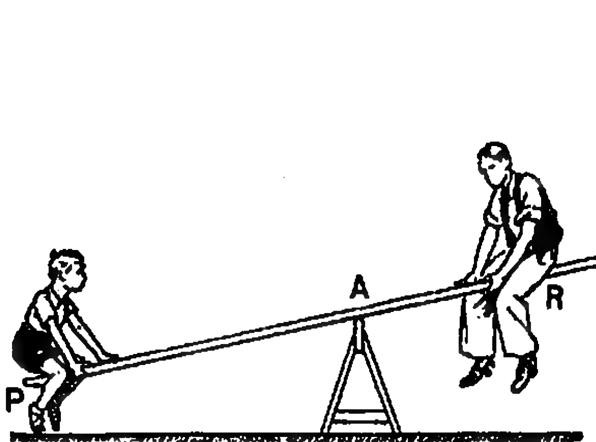
IV. — Notion de poids. Unité de poids.

Pour soulever une pierre, il faut exercer un effort au moins égal à l'attraction que la Terre exerce sur elle. Cet effort est égal au **poids** de la pierre. Pour comparer les poids des corps, on se sert d'une unité appelée le **kilogramme** (kg), qui est le poids de 1 décimètre cube d'eau. Les boîtes de poids comprennent le kilogramme ainsi que ses multiples et sous-multiples.

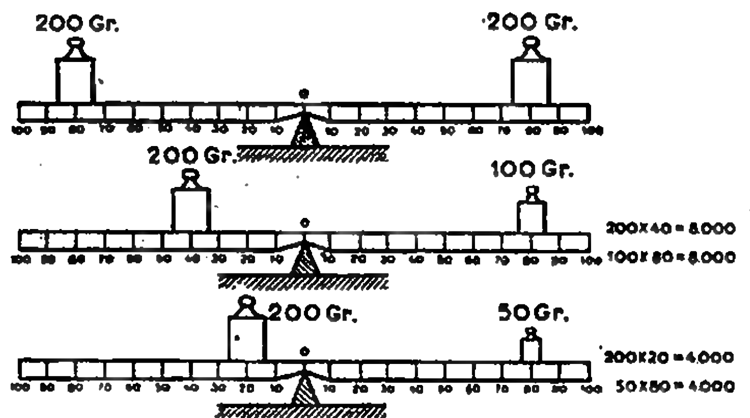
Exercices oraux ou écrits.

1° *Deux fils à plomb, placés à une grande distance l'un de l'autre, donnent-ils des directions parallèles ?* — 2° *Où vont converger toutes les verticales ?* — 3° *Le plan horizontal de Paris est-il parallèle au plan horizontal de Madrid ?* — 4° *Comment peut-on se servir du niveau des maçons pour vérifier qu'un plafond est horizontal ?* — 5° *Pourquoi la chute de l'aviateur est-elle ralentie par le parachute ?*

2. — LES LEVIERS



Pour soulever une grande personne, l'enfant s'éloigne du point d'appui.



Lorsque le levier est en équilibre, le produit de la puissance par la longueur de son bras de levier est égal au produit de la résistance par la longueur de son bras de levier.



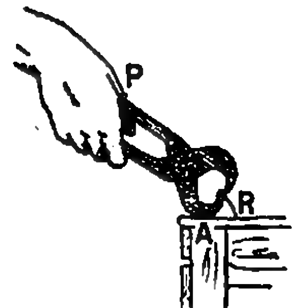
La pince du carrier permet de soulever facilement un lourd bloc de pierre (levier du 1er genre).



Le bras de la pompe,

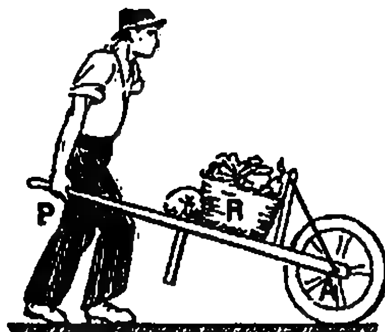


les ciseaux,



les tenailles,

sont des leviers du 1er genre.



La brouette,



le couteau de la boulangère,

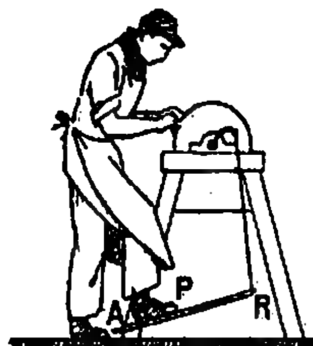


le casse-noix,

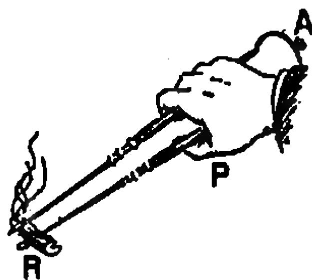


les avirons du bateau,

sont des applications des leviers du 2ème genre.



La pédale de la meule,

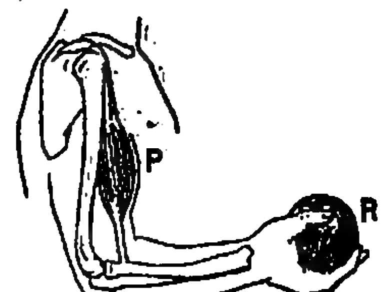


les pincettes,



les pinces à sucre,

sont des leviers du 3ème genre.



L'avant-bras forme un levier du 3ème genre.

I. — Définitions.

On appelle **levier** une barre rigide, mobile autour d'un point fixe (**point d'appui**) et qui sert à vaincre une **résistance** au moyen d'un effort appelé **puissance.**

Soit A O B un levier qui peut tourner autour du point fixe O. Les longueurs AO, OB, sont appelées les **bras du levier.**

II. — Équilibre du levier.

Un levier est en équilibre lorsque le produit de la puissance par la longueur de son bras de levier est égal au produit de la résistance par la longueur de son bras de levier.

Ainsi, un poids de 100 g placé à 20 cm du point O, fait équilibre à un poids de 200 g placé à 10 cm au delà du point O. Et l'on a bien : $100 \times 20 = 200 \times 10$.

III. — Différents genres de leviers.

1o **Leviers du 1er genre.** — *Le point d'appui est placé entre la résistance et la puissance.*

Ces leviers du 1er genre permettent, avec un faible effort, de vaincre des résistances très grandes. Il suffit pour cela que le point d'appui du levier soit très près de la résistance.

Le levier du tailleur de pierre, le bras de la pompe, les ciseaux, les cisailles, les tenailles, le sécateur, sont des leviers du 1er genre.

2o **Leviers du 2me genre.** — *La résistance est entre le point d'appui et la puissance.*

Le bras de levier de la puissance est donc toujours plus grand que le bras de levier de la résistance. D'après la loi de l'équilibre du levier, la puissance est donc toujours plus petite que la résistance. Dans ce cas encore, on peut vaincre une grande résistance en ne déployant qu'un petit effort.

La brouette, le couteau de la boulangère, le casse-noix, les avirons des bateaux, sont des leviers du 2me genre.

3o **Leviers du 3me genre.** — *La puissance est entre le point d'appui et la résistance.*
Dans ce cas, le bras de levier de la puissance est plus petit que celui de la résistance.

La pédale du rémouleur, les pinces à sucre, les pincettes, sont des leviers du 3me genre.

Exercices oraux ou écrits.

1o *Expliquez ces paroles d'Archimède : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde ».* — 2o *Sur la dernière figure de la planche ci-contre, le point d'appui n'a pas été marqué. Où se trouve-t-il ?* — 3o *Comment doit-on placer sur une brouette l'objet à transporter pour que l'effort à faire soit le plus petit possible ? Où convient-il de prendre les bras ?* (C. E. Nord). — 4o *Quand on veut couper un gros fil de fer avec des cisailles, a-t-on intérêt à placer le fil de fer très près de l'axe des cisailles ou le plus loin possible ? Pourquoi ?*

3. — BALANCES

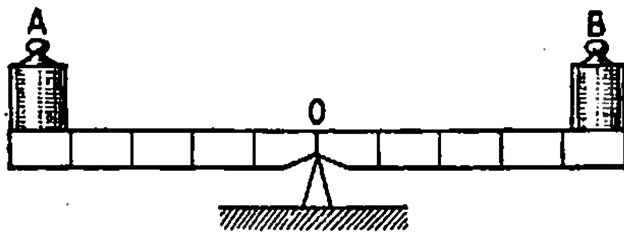


Fig.1. Deux corps ont le même poids lorsque, placés à égale distance du point d'appui, le levier reste horizontal.

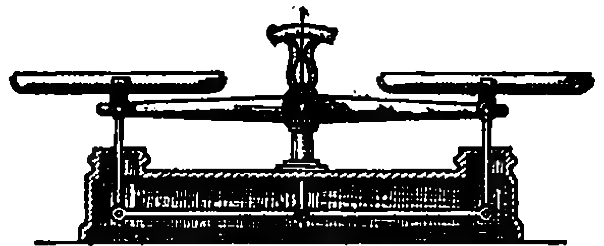


Fig.2. Balance de Roberval.

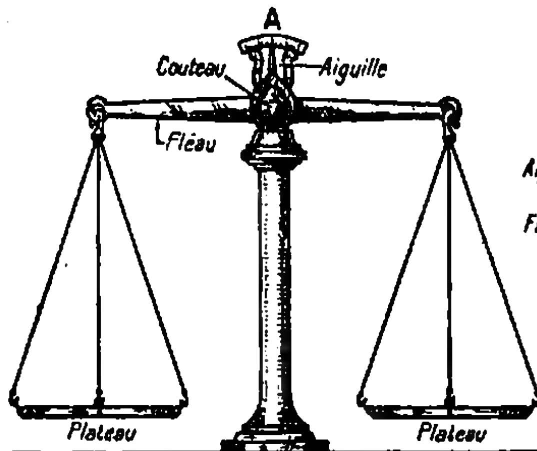


Fig.3. Balance ordinaire à plateaux suspendus.

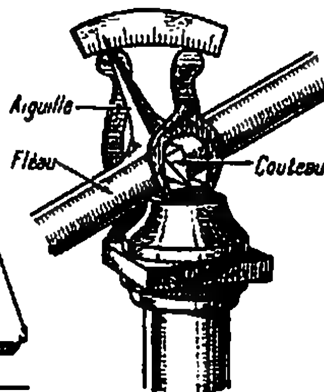
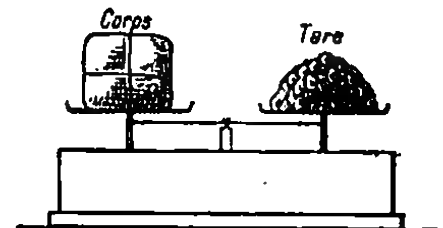
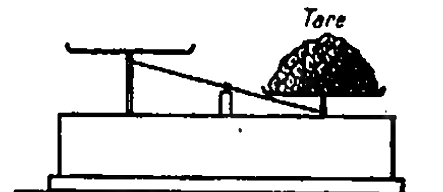


Fig.4. Suspension de la balance.





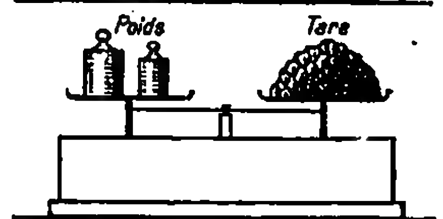


Fig.5. Double pesée.

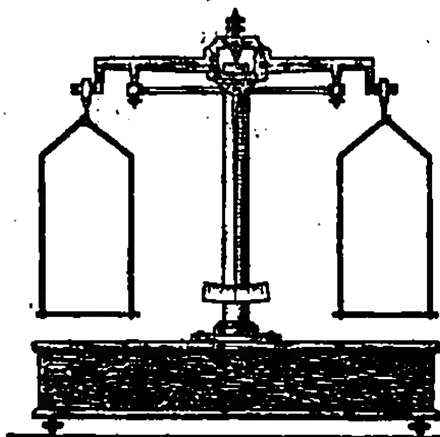


Fig.6. Balance de pharmacien.

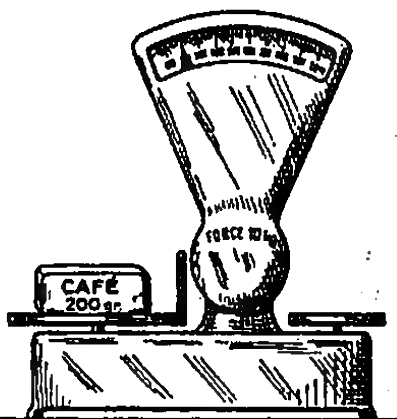


Fig.7. Balance automatique.



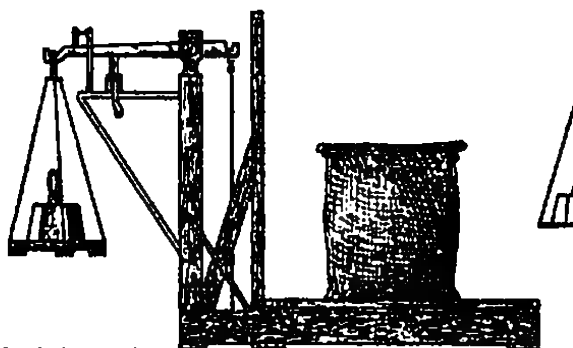


Fig.8. Bascule.

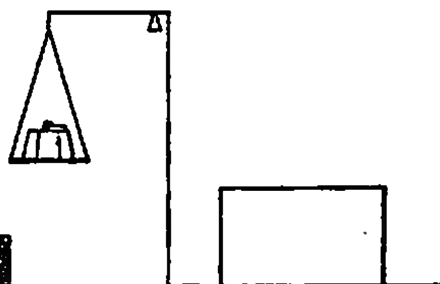


Fig. 9. Schéma d'une bascule.

Fig.10. Balance romaine du chiffonnier.

La balance est un appareil qui permet de constater l'égalité des poids de deux corps.

I. — Description de la balance.

La pièce principale d'une balance, le **fléau**, est *un levier du* 1er *genre à bras égaux*. C'est une barre rigide traversée en son milieu par un prisme triangulaire en acier, appelé **couteau** ; une des arêtes de ce dernier, tournée vers le bas, repose sur une surface plane et très dure supportée par le **pied de la balance.** Aux extrémités du fléau sont suspendus les **plateaux.** Enfin, au milieu du fléau, est fixée une aiguille dont l'extrémité se déplace devant un arc de cercle gradué. Lorsque la balance est en équilibre, l'extrémité de l'aiguille coïncide avec le zéro de la graduation.

II. — Qualités d'une balance.

Une balance doit être **juste** et **sensible.**

1° **Justesse de la balance.** — Une balance est juste, si le fléau demeure horizontal lorsqu'on met des poids égaux dans les deux plateaux.

2° **Sensibilité d'une balance.** — Elle s'exprime par le plus petit poids qu'il suffit de mettre dans l'un des plateaux pour assurer un déplacement appréciable de l'aiguille.

III. — Pesée d'un corps.

1° **Pesée simple.** — Pour peser un corps, on le met dans l'un des plateaux ; dans l'autre, on ajoute des poids marqués jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. La somme des poids marqués donne alors le poids du corps, si la balance est juste.

2° **Double pesée.** — Elle se fait ainsi : on place dans l'un des plateaux le corps à peser ; on fait la tare. On enlève ensuite le corps à peser et on le remplace par des poids marqués de façon à rétablir l'équilibre. La somme des poids marqués donne le poids du corps, même si la balance est fausse.

IV. — Autres balances.

1° **Balance de Roberval.** — Elle comprend deux fléaux égaux et parallèles dont les extrémités sont articulées à deux tiges verticales supportant les plateaux.

2° **Balance romaine.** — C'est un levier du 1er genre dont les bras sont inégaux. En déplaçant, sur l'un des bras qui porte une graduation, un *poids constant,* on fait équilibre au corps à peser. Celui ci est suspendu à un crochet placé à l'extrémité du petit bras.

3° **Bascule.** — Dans la bascule, le grand bras du fléau vaut généralement 10 fois le petit. Les poids marqués représentent donc le dixième du poids du corps.

4° **Balances semi-automatiques à lecture directe.** — De plus en plus employées dans le commerce, elles donnent, par simple lecture, le poids de la marchandise.

V. — Quelques usages de la balance.

La balance n'est pas seulement utilisée pour déterminer le poids d'un corps. Beaucoup d'autres grandeurs peuvent être mesurées en opérant par pesées. Ainsi, la balance permet de compter des objets identiques, de mesurer une longueur, une aire, de déterminer une capacité, un volume.

Enfin, à l'aide de la balance, on peut déterminer un poids spécifique ou un volume spécifique.

Le *poids spécifique* d'un corps est le poids de l'unité de volume de ce corps. Il s'exprime en g par cm^3, kg par dm^3 ou en tonnes par m^3.

Le *volume spécifique* d'un corps est le volume occupé par l'unité de poids de ce corps. Il s'exprime en cm^3 par g, dm^3 par kg ou m^3 par tonne.

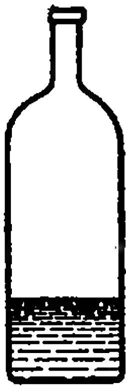
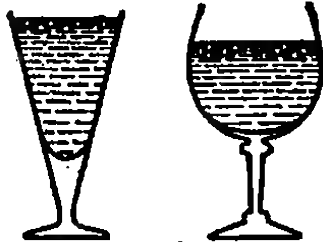



Fig.1. Les liquides prennent la forme des vases qui les contiennent.

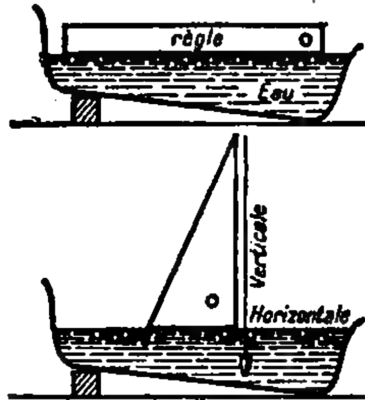




Fig.2 et 3. La surface de l'eau tranquille est plane et horizontale.

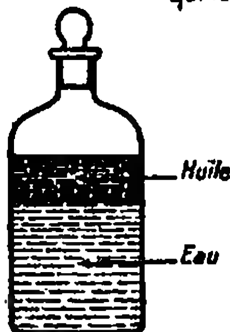


Fig.4. La surface de séparation de deux liquides est plane et horizontale.

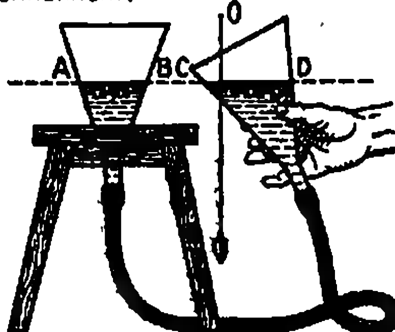


Fig.5. Dans des vases communicants, l'eau s'élève à la même hauteur.

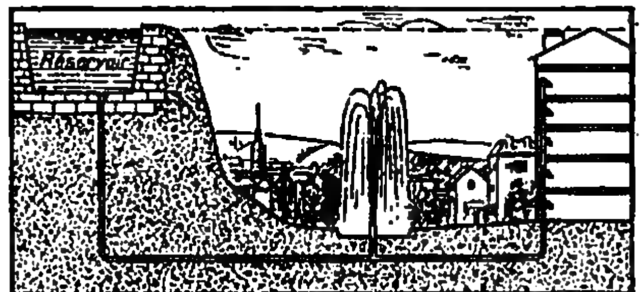


Fig.6. Distribution d'eau. Conduites souterraines et jet d'eau.

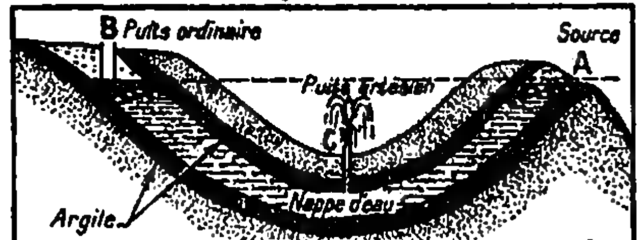


Fig 9. La nappe d'eau souterraine alimente une source, un puits ordinaire et un puits artésien.

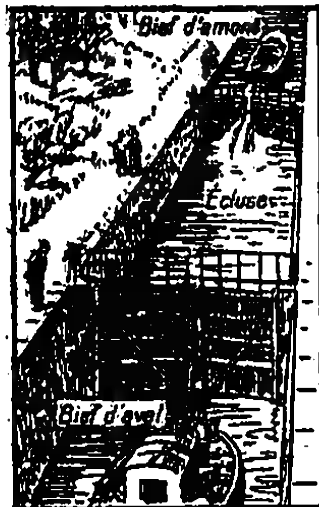


Fig.10. Une écluse.

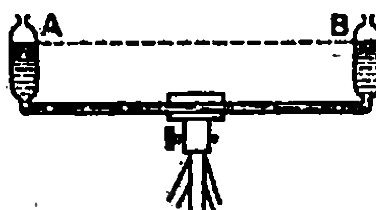


Fig.7. Niveau d'arpenteur.

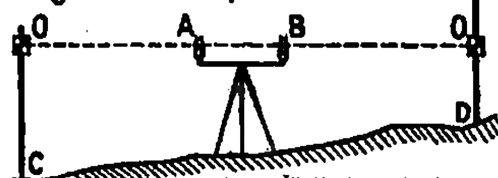


Fig.8. Comment on utilise le niveau d'eau.

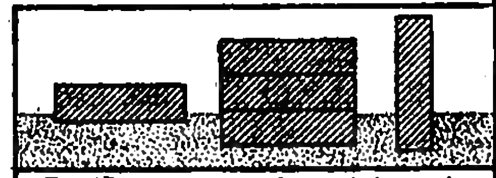


Fig.12. La pression dépend du poids du corps et de sa surface d'appui.



Fig.13. L'enfant chaussé de skis s'enfonce très peu dans la neige.

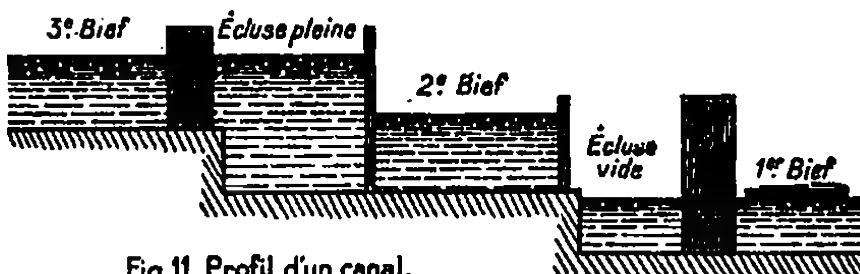


Fig.11. Profil d'un canal.

I. — Propriétés générales des liquides.

Les liquides prennent la forme des vases qui les contiennent (fig. 1).

La surface des liquides au repos est **plane** et **horizontale.** Elle est **perpendiculaire au fil à plomb** (fig. 2).

Les liquides qui ne se mélangent pas se superposent par ordre de densités décroissantes et les surfaces de séparation sont planes et horizontales. On peut le vérifier en versant dans un vase en verre de l'eau et de l'huile (fig. 4).

Tous ces faits s'expliquent par la fluidité des liquides. Les particules des liquides, étant mobiles et pesantes, glissent les unes sur les autres, remplissent les dépressions et restent au repos lorsque la surface du liquide est horizontale.

II. — Vases communicants.

Les surfaces libres d'un même liquide dans plusieurs vases communicants sont situées dans un même plan horizontal (fig. 5).

Les jets d'eau, la distribution d'eau dans les villes (fig. 6), les puits ordinaires et artésiens (fig. 9), les indicateurs de niveau et les niveaux d'eau (fig. 7), les écluses (fig. 10 et 11) sont des applications des vases communicants.

NOTION DE PRESSION

Plaçons un corps pesant, une brique par exemple, sur une surface horizontale. La brique exerce sur son support un effort vertical égal à son propre poids et cet effort se répartit sur la surface en contact avec la brique. Supposons que cette surface soit de 200 cm² et que la brique pèse 2 kg. L'effort moyen supporté par chaque cm² est

$$\frac{2}{200} = 0 \text{ kg, } 01.$$

On dit que la pression est 0 kg, 01 par cm².

La pression d'un corps sur une surface est donc d'autant plus forte que le poids est plus grand et la surface plus petite. Ceci nous explique certains usages : nous chaussons des skis pour marcher dans la neige ; pour couper, nous nous servons d'objets tranchants. Le pieu que l'on enfonce dans la terre, le clou qui pénètre dans le mur sont taillés en pointe.

Exercices oraux ou écrits.

1° *La figure 8 représente la façon d'utiliser un niveau d'eau. Le centre de la 1re mire placée en C est à 2m,50 du sol ; le centre de la 2me mire placée en D est à 0m,50 du sol. La distance CD est 100m. Quelle est la pente de la route, c'est-à-dire la hauteur dont on s'élève lorsqu'on parcourt 100m de route ?* — 2° *La figure 10 représente un bateau qui s'apprête à franchir une écluse. Quelles manœuvres faudra-t-il effectuer pour le faire passer du bief d'aval dans le bief d'amont ?* — 3° *Citez des appareils ménagers qui sont des applications des vases communicants. Pourquoi le tuyau d'un arrosoir est-il plus long que l'arrosoir lui-même ?* — 4° *Pourquoi le jet d'eau ne s'élève-t-il pas à la même hauteur que le niveau du réservoir qui l'alimente ?*

5. — PRINCIPE D'ARCHIMÈDE

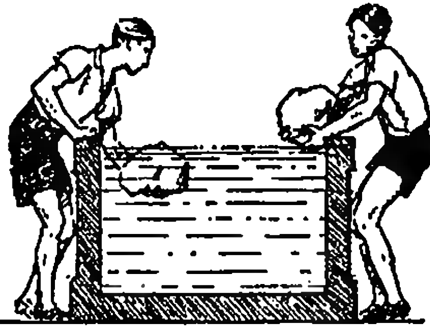


Fig. 1. L'effort pour soulever la pierre dans l'eau est plus faible que pour la soulever dans l'air.



Fig. 2. Le seau qu'on enfonce est repoussé par l'eau.

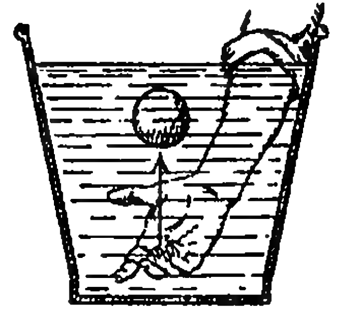


Fig. 3. Le ballon remonte à la surface en suivant la direction verticale.

Vérification du Principe d'Archimède.

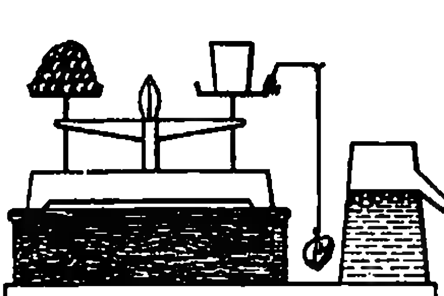


Fig. 4. La tare équilibre le caillou, le support et le verre.

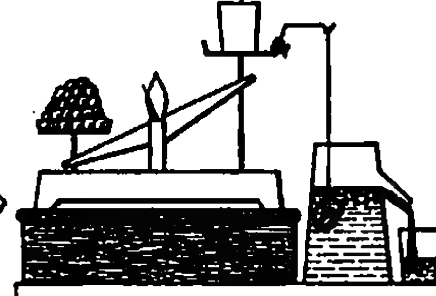


Fig. 5. L'eau exerce une poussée de bas en haut sur le caillou.

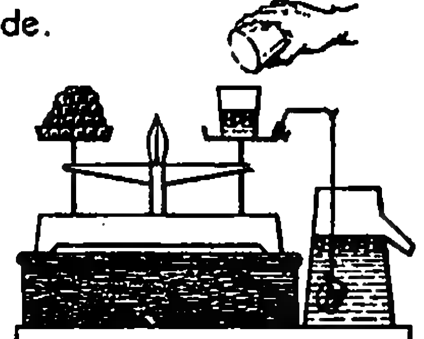


Fig. 6. La poussée est égale au poids du liquide déplacé par le caillou.

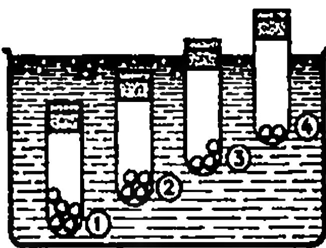


Fig. 7-8-9-10. En enlevant de la grenaille de plomb, on passe successivement du cas ① au cas ②, ③ et ④.

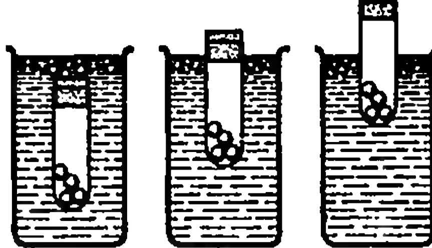


Fig. 11 Eau pure. Fig. 12 Eau légèrement salée. Fig. 13 Eau très salée. Le même tube à essai reste en équilibre dans l'eau pure et vient flotter à la surface de l'eau salée.

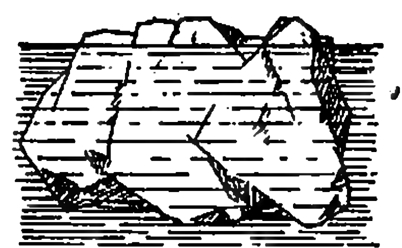
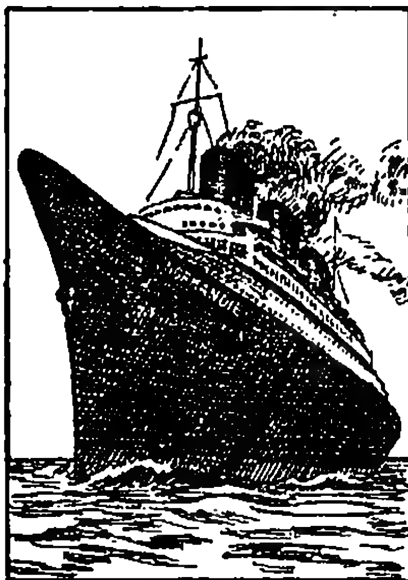


Fig. 14. La glace plus légère que l'eau n'émerge que de $\frac{1}{10}$. La partie immergée d'un iceberg est considérable.



Normandie.
Fig. 15. Grand paquebot transatlantique.

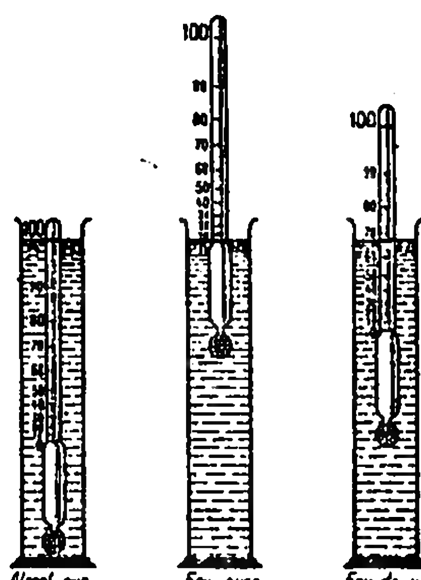


Fig. 16. L'alcoomètre permet de connaître la proportion d'alcool qui se trouve dans un mélange.

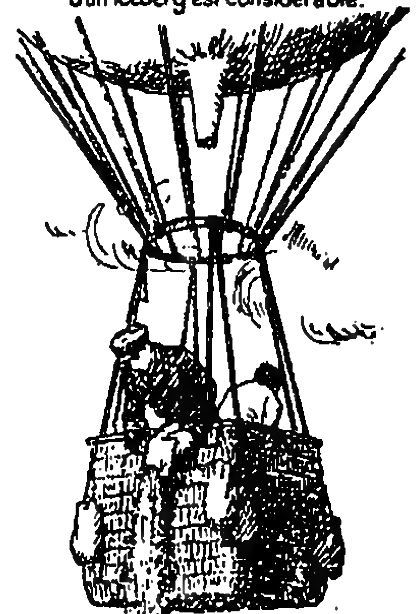


Fig. 17. L'aéronaute jette un sac de lest ; le ballon remonte.

I. — Les liquides exercent une poussée sur les corps qui y sont plongés.

Les corps plongés dans l'eau paraissent moins lourds que lorsqu'ils sont dans l'air. Si l'on enfonce verticalement dans l'eau un seau, une bouteille vide, on éprouve une résistance.

C'est donc qu'une poussée est exercée par le liquide en sens inverse de la pesanteur.

II. — Valeur de la poussée. Principe d'Archimède.

Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée, dirigée de bas en haut, égale au poids du volume du liquide déplacé.

Vérification expérimentale.

1° Suspendons une pierre au-dessous d'un plateau d'une balance. Faisons la tare.

2° Immergeons complètement la pierre dans l'eau contenue dans un vase à déversement et recueillons le liquide qui s'écoule. L'équilibre de la balance est détruit au profit de la tare, par suite de la poussée exercée par le liquide sur la pierre.

3° Mettons l'eau écoulée sur le plateau qui porte la pierre : l'équilibre est rétabli.

La pierre a déplacé un volume d'eau égal au sien. Or, le poids de cette eau compense la poussée, puisque l'équilibre est rétabli. La pierre a donc subi de la part du liquide une poussée égale au poids du volume du liquide déplacé (fig. 4, 5 et 6).

III. — Équilibre des corps flottants.

Un corps plongé dans un liquide est donc soumis à son poids et à la poussée exercée par le liquide.

3 cas peuvent se présenter :

1° **Le poids est supérieur à la poussée** : le corps tombe au fond du récipient.

2° **Le poids est égal à la poussée** : le corps reste en équilibre au milieu du liquide.

3° **Le poids est inférieur à la poussée** : le corps monte et vient flotter à la surface du liquide.

On peut réaliser ces trois cas en plongeant dans l'eau des tubes à essais convenablement lestés. On peut aussi constater qu'un tube à essais en équilibre dans l'eau pure flotte dans l'eau salée (fig. 11, 12 et 13).

IV. — Applications.

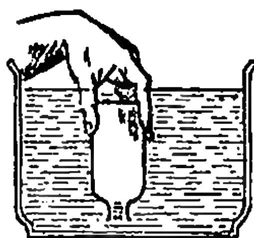
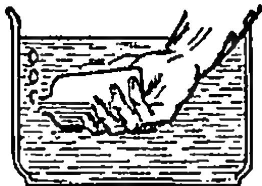
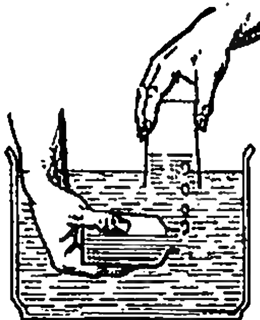
Les bateaux, les sous-marins, les alcoomètres, les pèse-lait sont des applications du principe d'Archimède.

Le principe d'Archimède s'applique également aux gaz (ballons).

Exercices oraux ou écrits.

1° *Expliquez pourquoi une épingle s'enfonce dans l'eau, tandis qu'un gros tronc d'arbre surnage* (C. E. Nord). — 2° *Expliquez comment on peut réaliser les trois cas de l'équilibre des corps flottants au moyen d'un œuf frais et d'eau salée.* — 3° *Pourquoi nage-t-on plus facilement dans l'eau de la mer que dans l'eau des rivières ?* — 4° *Quelles manœuvres faut-il effectuer à bord d'un sous-marin pour le faire plonger ? pour le faire remonter à la surface ?* — 5° *On plonge dans l'eau 1 dm³ de bois qui pèse 600 g. Que se passe-t-il ? et pourquoi ? Calculez le volume du bois qui émerge.* — 6° *Comment expliquez-vous qu'un ballon gonflé d'hydrogène ou de gaz d'éclairage puisse s'élever et se maintenir dans l'air ?*

6. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

I II III

Fig. 1. L'air emplit les vases qui nous paraissent vides.

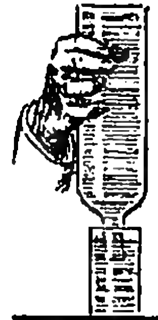


Fig. 2. La pression atmosphérique empêche l'eau de la bouteille de s'écouler.



Fig. 3. La pression atmosphérique fait monter l'eau dans le tube quand on aspire l'air qu'il contient.



Fig. 4. Expérience du verre d'eau renversé.

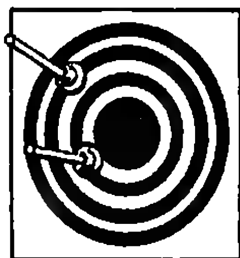
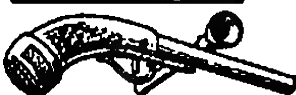



Fig. 5. La pression atmosphérique colle la fléchette contre la cible.

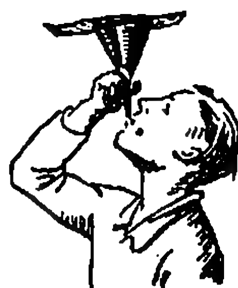




Fig. 6. La pression atmosphérique s'exerce dans tous les sens.



Fig. 7. Ventouse.

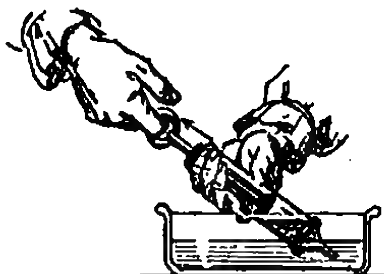


Fig. 8. Comment on emplit une seringue.

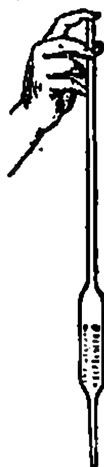


Fig. 9. La pipette.

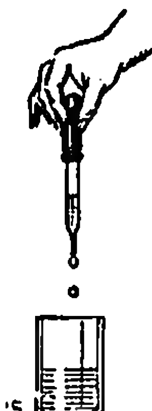


Fig. 10. Compte-gouttes.

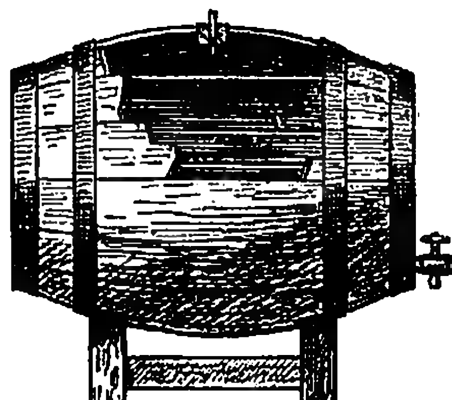


Fig. 11. il faut enlever la cheville de bois *(le fausset)* pour que le vin s'écoule.

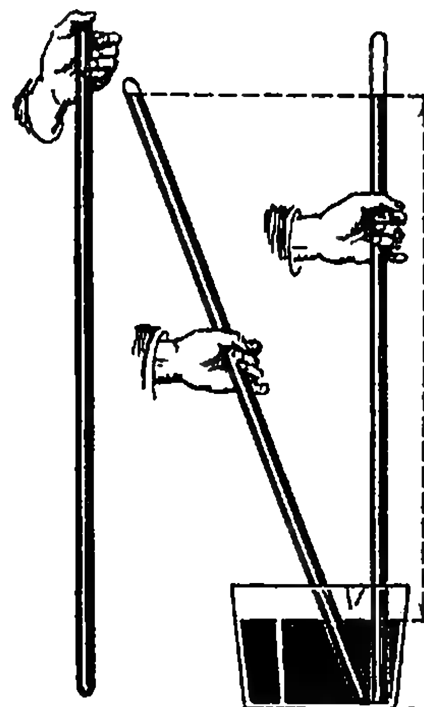


Fig. 12. Le tube de Torricelli permet de mesurer la pression atmosphérique.

La Terre est entourée par une couche d'air appelée *atmosphère,* dont l'épaisseur est d'une centaine de kilomètres.

L'air est pesant. Un litre d'air pèse 1 g, 3.

I. — L'air presse sur tous les corps qu'il environne et cette pression s'exerce dans tous les sens.

Expériences. — 1° Une feuille de papier appliquée sur un verre plein d'eau y reste adhérente, quelle que soit la position de celui-ci (fig. 4).

2° Une membrane de caoutchouc, tendue sur un entonnoir, se creuse si l'on aspire l'air à l'intérieur. La déformation existe, quelle que soit la position de l'appareil (fig. 6).

3° Le remplissage d'une seringue, d'un compte-gouttes, d'un porte-plume réservoir à levier, d'un chalumeau, etc. rendent compte également de l'existence de la pression atmosphérique.

Ces expériences montrent que **la pression atmosphérique s'exerce dans tous les sens.** C'est pour cette raison que les objets environnés par l'air ne sont pas écrasés par la pression qu'ils supportent. De même, nous ne ressentons pas la pression atmosphérique sur notre corps, parce qu'elle est neutralisée par la pression des liquides et des gaz qui se trouvent à l'intérieur de notre organisme.

II. — Mesure de la pression atmosphérique. Expérience de Torricelli.

Prenons un tube de verre ayant 1 m de long, fermé à l'une de ses extrémités. Remplissons-le de mercure et retournons-le sur la cuve à mercure. Le liquide descend dans le tube en laissant au-dessus de lui un espace vide d'air. Mesurons, *suivant la verticale,* la distance qui sépare les niveaux du mercure dans le tube et dans la cuve : nous trouvons 76 cm environ.

C'est la pression atmosphérique qui maintient le mercure à l'intérieur du tube. Elle fait équilibre à une colonne de mercure de 76 cm de hauteur.

Si le tube a une section de 1 cm², le poids de cette colonne de mercure est :
13 g, 6 × 76 = 1.033 g.

La valeur de la pression atmosphérique est donc de 1 kg environ par cm². Chaque cm² d'une surface quelconque supporte de la part de l'air un poids de 1 kg.

Remarque. — L'eau étant 13,6 fois moins dense que le mercure, elle s'élèverait dans un tube vide d'air à une hauteur égale à : 0 m, 76 × 13,6 = 10 m, 33.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Qu'entend-on par pression atmosphérique ? Citez cinq appareils qui la mettent en évidence* (C. E. Basses-Pyrénées). — 2° *Comment remplit-on une seringue ? un compte-gouttes ? un porte-plume réservoir à levier ? Expliquez ce qui se passe.* — 3° *La figure* 5 *représente un tir d'enfant. Observez la forme du morceau de caoutchouc qui termine la fléchette et expliquez pourquoi celle-ci reste adhérente à la cible.* — 4° *Comment peut-on calculer la valeur de la pression atmosphérique ?*

7. — LES BAROMÈTRES

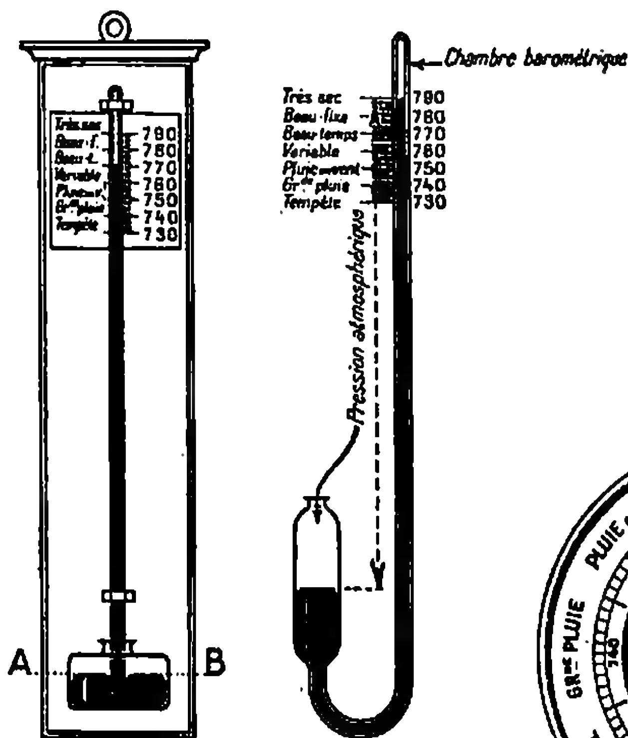


Fig. 1. Baromètre à cuvette. Fig. 2. Baromètre à siphon.

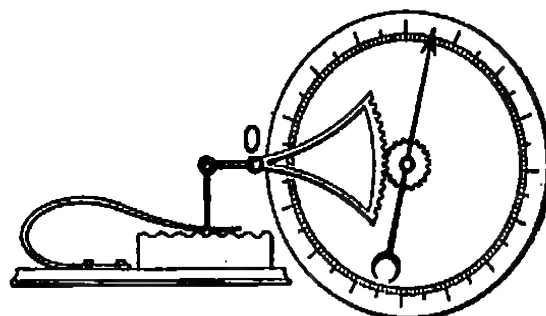


Fig. 3. Schéma du baromètre métallique.

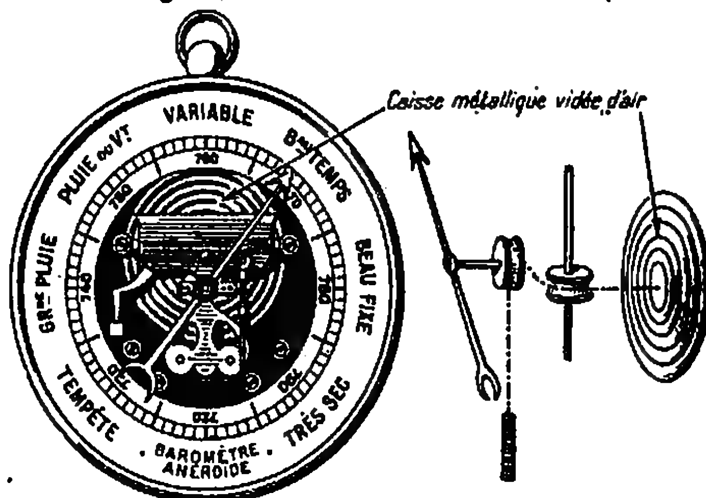


Fig. 4. Baromètre métallique et détail du mécanisme.

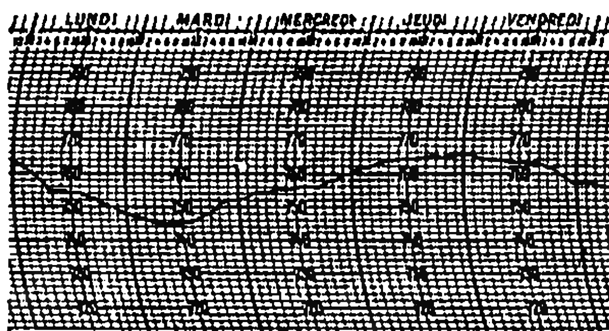


Fig. 5. Graphique de la variation de la pression atmosphérique tracé par un baromètre enregistreur.

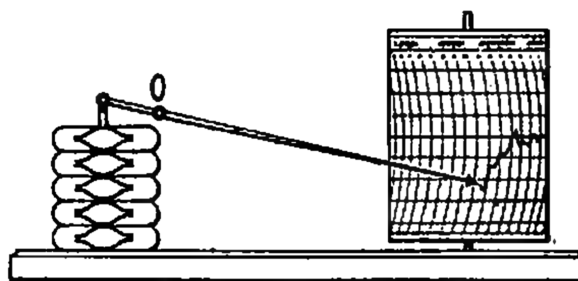


Fig. 6. Schéma du baromètre enregistreur.



Fig. 7. Détermination de l'altitude d'un lieu à l'aide du baromètre.



Fig. 8. Les gens de la campagne consultent le baromètre pour connaître le temps probable de la journée.

I. — Baromètre à mercure.

Le baromètre à mercure est un *tube de Torricelli* fixé avec sa cuvette sur une règle graduée en centimètres et millimètres. La distance verticale qui sépare les niveaux du mercure dans le tube et dans la cuvette est la *hauteur barométrique*. Lorsqu'on dit que la hauteur barométrique est de 75 cm, par exemple, cela signifie que la pression atmosphérique, qui s'exerce sur 1 cm^2, fait équilibre au poids d'une colonne de mercure de 75 cm de haut et de 1 cm^2 de section.

II. — Baromètre métallique.

Le baromètre métallique se compose d'une boîte métallique vide d'air, dont le couvercle est ondulé, ce qui le rend plus flexible et élastique. Un ressort, disposé à l'intérieur ou à l'extérieur de la boîte, empêche le couvercle de s'écraser sous l'effort de la pression de l'air. Ce couvercle fléchit plus ou moins suivant que la pression atmosphérique augmente ou diminue. Ses mouvements sont amplifiés et transmis, à l'aide de leviers ou d'engrenages, à une aiguille qui se déplace devant un cadran. La graduation de ce baromètre se fait par comparaison avec un baromètre à mercure.

III. — Baromètre enregistreur.

C'est un baromètre métallique analogue au précédent. Mais l'aiguille, chargée d'encre, appuie légèrement sur une feuille de papier enroulée sur un cylindre mû par un mécanisme d'horlogerie. Elle y trace le *graphique des variations de la pression atmosphérique* pendant une semaine.

IV. — Usages du baromètre.

1° **Le baromètre sert à mesurer la pression atmosphérique.**

2° **Le baromètre sert à la prévision du temps.**

Une augmentation lente et continue de la hauteur barométrique annonce en général le beau temps, tandis qu'une baisse graduelle est souvent signe de pluie. Les brusques variations de la pression font prévoir les bourrasques, les tempêtes ou cyclones.

3° **Le baromètre sert à mesurer les altitudes.**

La hauteur barométrique diminue quand on s'élève, et il est possible de déterminer l'altitude d'un lieu d'après la valeur de la pression atmosphérique en ce lieu.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Que signifient pour vous les expressions : le baromètre monte, le baromètre descend ? Pourquoi monte-t-il ou baisse-t-il ? A quoi peuvent servir de telles indications ?* (C. E. Côte-d'Or). — 2° *Des Parisiens partent en vacances à la montagne et emportent avec eux leur baromètre métallique. Ce dernier s'obstine à indiquer* grande pluie *et cependant il fait beau temps. Essayez d'expliquer pourquoi.* — 3° *Un baromètre indique une pression de* 760 mm *au pied d'une tour et de* 755 mm *au sommet. Quelle est la hauteur de la tour ?* — 4° *La figure 2 représente un baromètre à siphon. Essayez de comprendre pourquoi la petite branche du tube est large, alors que l'autre est étroite.*

8. — FORCE ÉLASTIQUE DES GAZ — MANOMÈTRES

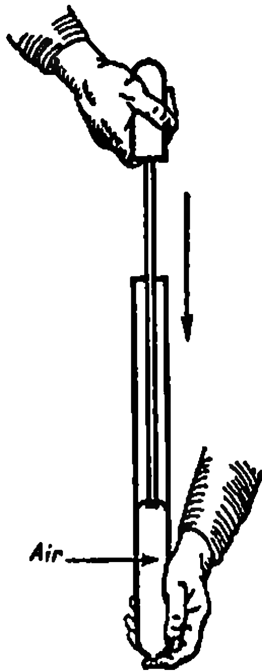


Fig.1. Un gaz est compressible.

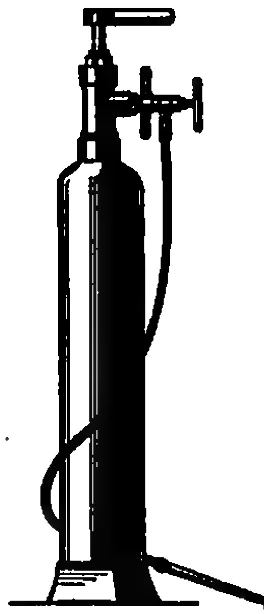


Fig.2. Bouteille en acier pour gaz comprimé.

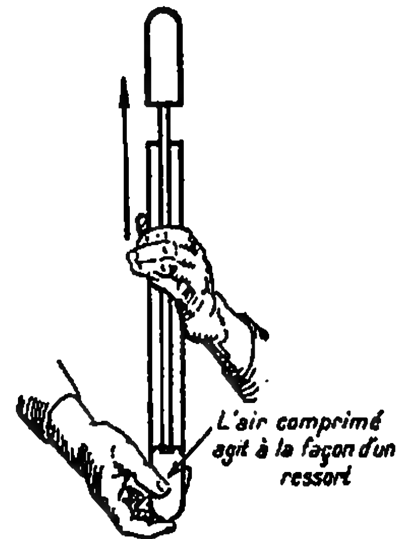


Fig.3. Un gaz est élastique.

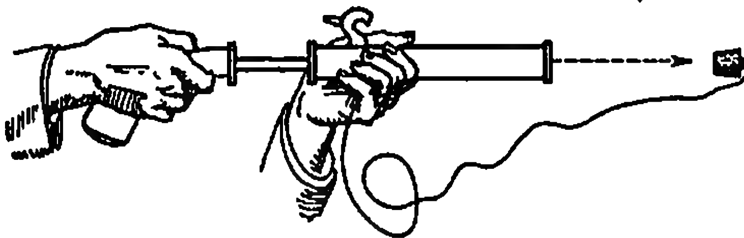


Fig.4. Le gaz comprimé lance le projectile.



Fig. 5. L'air comprimé actionne le marteau-piqueur.

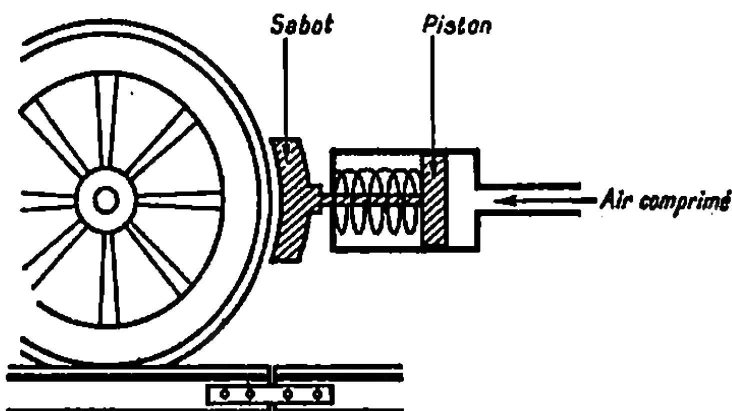


Fig.6. L'air comprimé actionne le frein.

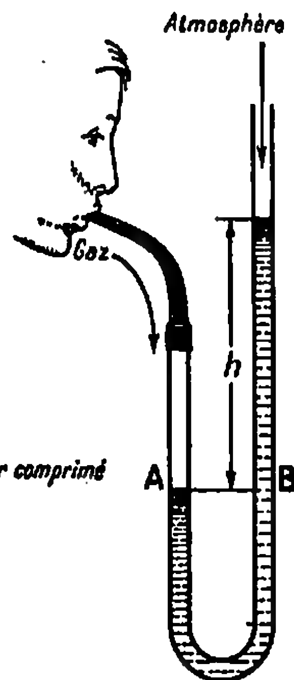


Fig.7. Manomètre à air libre.

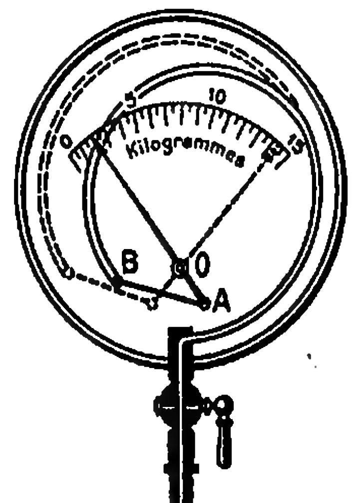


Fig.8. Manomètre métallique.

I. — Propriétés caractéristiques des gaz.

1° **Les gaz sont expansibles.** Ils n'ont pas, comme les liquides, de volume propre. Ils tendent à occuper un volume aussi grand que possible et remplissent toujours les vases qui les contiennent.

2° **Les gaz sont compressibles.** Si l'on enfonce le piston d'une pompe à bicyclette après avoir fermé l'ouverture avec le doigt, on réduit notablement le volume de l'air enfermé dans la pompe (fig. 1).

3° **Les gaz sont élastiques.** Les gaz, lorsqu'ils sont comprimés, agissent à la façon d'un ressort et tendent à reprendre leur volume primitif (fig. 3).

4° **Pression exercée par les gaz.** Les gaz pressent sur les parois des vases qui les renferment. L'effort qui s'exerce sur chaque cm^2 de la surface pressée s'appelle **force élastique** ou **pression du gaz.** C'est la force élastique du gaz carbonique qui fait jaillir l'eau d'un siphon à eau de Seltz. L'air comprimé actionne les freins du métro. C'est la force élastique de la vapeur d'eau qui fait mouvoir le piston d'une machine à vapeur. Ce sont encore les gaz comprimés qui lancent les projectiles des armes à feu.

II. — Les manomètres servent à mesurer la force élastique des gaz.

Il existe deux sortes de manomètres : les manomètres à air libre et les manomètres métalliques.

Le manomètre à air libre est formé d'un tube en U contenant du mercure. L'une des branches est mise en communication avec le récipient contenant le gaz dont on veut évaluer la pression. L'autre branche est ouverte à l'air libre.

La dénivellation observée dans le tube est d'autant plus grande que la pression exercée par le gaz est plus forte (fig. 7).

Le manomètre métallique est formé d'un tube métallique enroulé en spirale. L'une des extrémités communique avec le récipient contenant le gaz. L'autre est fermée et reliée à une aiguille qui se déplace devant un cadran. La pression du gaz fait dérouler le tube et celui-ci entraîne l'aiguille. Cet appareil porte une graduation qui indique les pressions en kg par cm^2 (fig. 8).

Ces manomètres sont utilisés pour mesurer la pression de la vapeur d'eau dans les chaudières, de l'air comprimé dans les pneumatiques, des gaz (hydrogène, oxygène, gaz carbonique) comprimés dans des récipients métalliques, etc....

Exercices oraux ou écrits.

1° *Expliquez pourquoi le bouchon d'une bouteille de vin de Champagne ou de cidre mousseux saute dès qu'on commence à la déboucher.* (C. E. Morbihan.) — 2° *Qu'avez-vous observé pendant le gonflement du pneu de votre bicyclette ? Pourquoi le pneu devient-il si dur ? Pourrait-il éclater ?* — 3° *Citez des jouets dans lesquels on utilise l'air comprimé. Expliquez le fonctionnement du pistolet que représente la figure 4.*

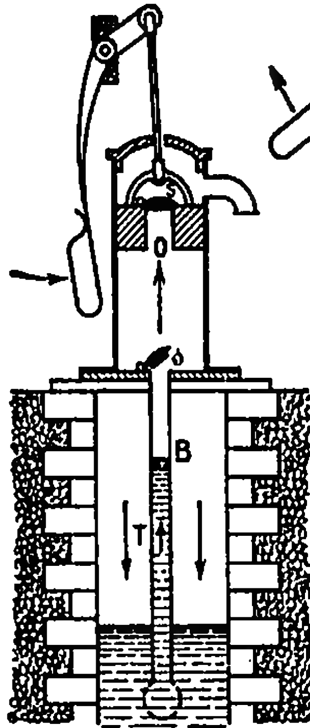


Fig. 1.

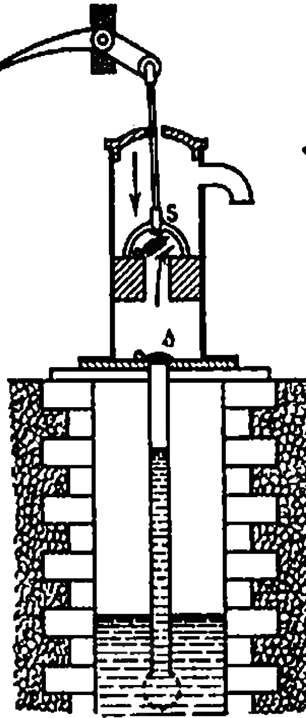


Fig. 2.

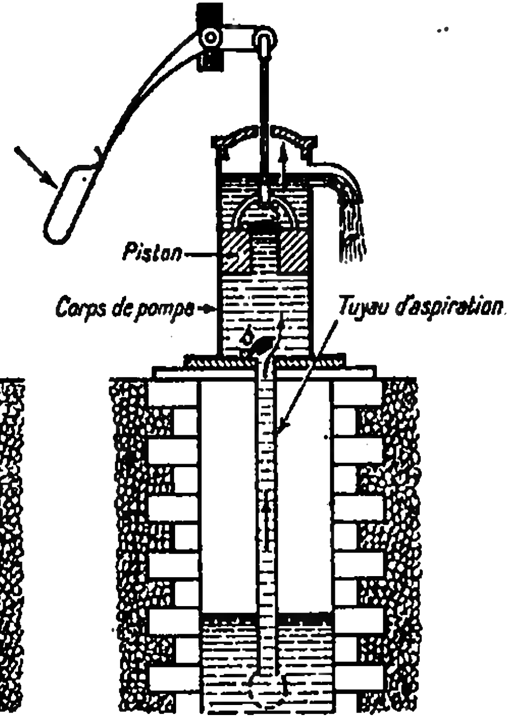


Fig. 3. Pompe aspirante amorcée.

Fonctionnement d'une pompe aspirante.

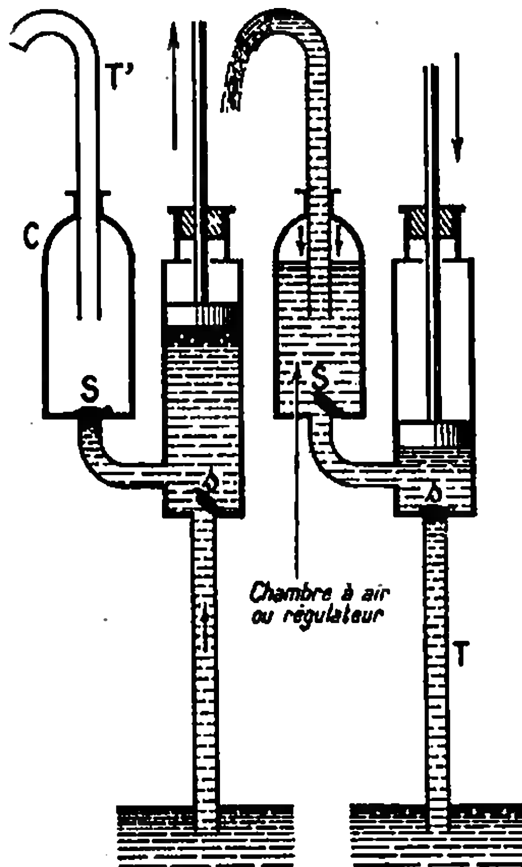


Fig. 4. Fig. 5.
Pompe foulante.

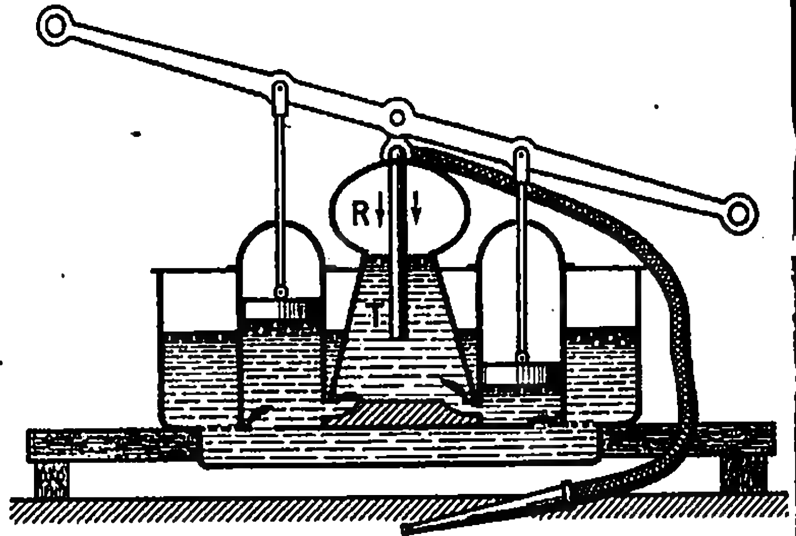


Fig. 6. Pompe à incendie. — R. Réservoir contenant de l'air comprimé. T. Tuyau de sortie de l'eau.

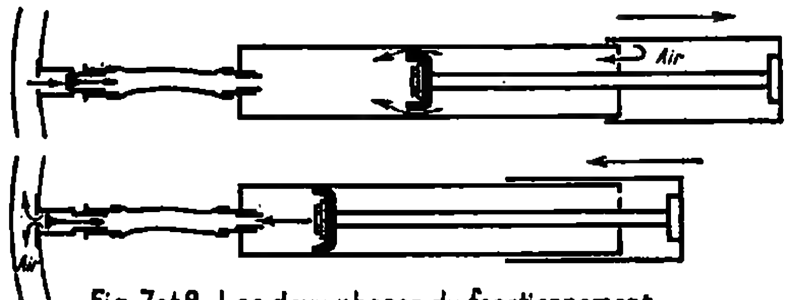


Fig. 7 et 8. Les deux phases du fonctionnement de la pompe à bicyclette.

Les pompes à liquides servent à faire monter l'eau (ou un liquide quelconque) d'un certain niveau à un autre niveau plus élevé.

I. — Pompe aspirante.

Elle se compose d'un cylindre, ou **corps de pompe,** dans lequel se meut un **piston.** Ce dernier est percé d'un orifice O qui peut être fermé par une soupape S s'ouvrant de bas en haut. Le corps de pompe est en communication avec la nappe d'eau par le **tuyau d'aspiration** (T). Une soupape *s*, qui s'ouvre également de bas en haut, peut fermer l'orifice supérieur du tuyau d'aspiration T (fig. 1).

Supposons que le piston soit au bas de sa course. Lorsqu'on le soulève, le volume offert à l'air qui se trouve à l'intérieur du corps de pompe augmente ; sa force élastique diminue. Il en résulte que la soupape S reste fermée et que la soupape *s* s'ouvre. La pression de l'air enfermé devenant inférieure à la pression atmosphérique qui s'exerce à la surface de la nappe d'eau, l'eau monte dans le tube d'aspiration, jusqu'en B par exemple (fig. 1).

Quand on abaisse le piston, la soupape *s* se referme ; l'air enfermé dans le corps de pompe est comprimé ; sa force élastique croît et, lorsqu'elle est supérieure à la pression atmosphérique, la soupape S s'ouvre. L'air qui était dans le corps de pompe est expulsé (fig. 2).

En continuant à actionner la pompe, l'eau monte dans le tuyau d'aspiration et finit par remplir le corps de pompe ; **la pompe est amorcée.** Chaque fois qu'on abaisse le piston, l'eau passe au-dessus de lui en soulevant la soupape S et, quand on l'élève, l'eau entraînée s'échappe par le tuyau d'écoulement pendant qu'une nouvelle quantité d'eau envahit le corps de pompe.

Pour que la pompe s'amorce, il faut que la pression atmosphérique fasse monter l'eau jusqu'au corps de pompe. Le tuyau d'aspiration pourrait donc avoir 10 mètres de long. Pratiquement, et à cause des fuites, sa longueur ne peut pas dépasser 7 à 8 mètres.

II. — Pompe foulante.

L'eau arrive dans le corps de pompe par le tuyau T, puis est refoulée dans la cloche à air C. La pression de l'air y devient très grande et fait monter l'eau de la cloche dans le tuyau T'. On obtient ainsi un écoulement régulier et continu. (Les figures 4 et 5 montrent le jeu des soupapes dans la pompe foulante).

III. — Pompe aspirante et foulante.

On peut associer les deux pompes précédentes ; on a alors une **pompe aspirante et foulante (pompe à incendie)** (fig. 6).

IV. — Pompe à bicyclette.

C'est une pompe de compression qui sert à refouler de l'air dans les chambres des pneumatiques, afin d'augmenter sa force élastique. Le piston de cette pompe est formé d'un disque métallique sur lequel est fixée une rondelle de cuir dont le bord est retourné vers le bas. Quand on soulève le piston, le vide se fait dans le corps de pompe, mais l'air passe entre le cuir et la paroi du cylindre et l'emplit à nouveau. Lorsqu'on abaisse le piston, l'air comprimé pénètre dans la chambre à air en poussant le clapet de la valve (fig. 7 et 8).

Exercices oraux ou écrits.

1° *A quelle profondeur l'action d'une pompe aspirante peut-elle s'exercer ? Pourquoi ?* (C. E. Ardennes.) — 2° *Expliquez le fonctionnement de la pompe à bicyclette d'après les figures 7 et 8.*

10. — DILATATION DES CORPS PAR LA CHALEUR

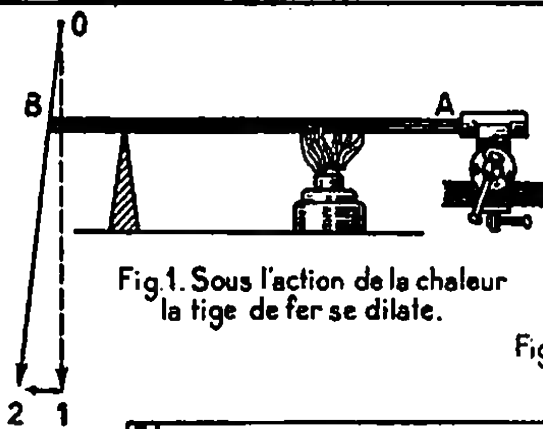
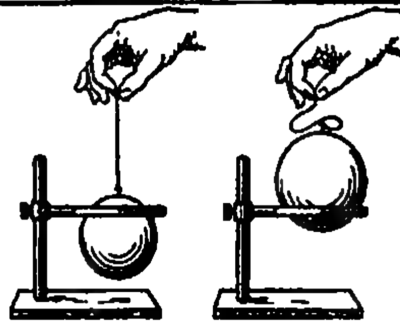
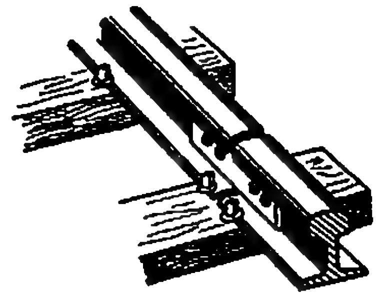


Fig.1. Sous l'action de la chaleur la tige de fer se dilate.


Fig.2. La sphère a augmenté de volume sous l'action de la chaleur.


Fig.3. On laisse un petit intervalle entre les rails pour permettre la dilatation.

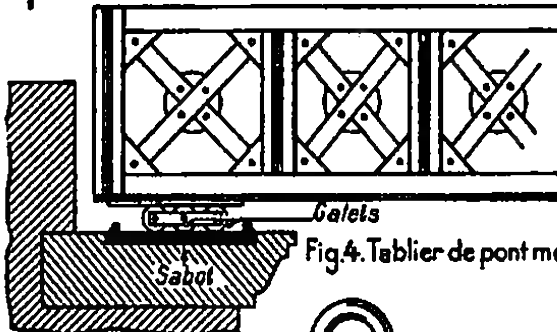
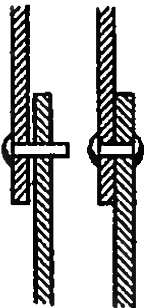


Fig.4. Tablier de pont métallique.


Fig.5. Raccord des tuyaux de vapeur.


Fig.6. Cerclage des roues.


Fig.7. Pose d'un rivet à chaud.

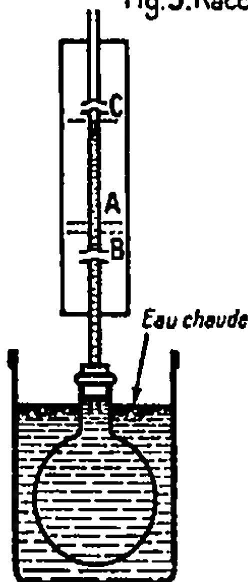


Fig.8. Les liquides chauffés se dilatent beaucoup plus que les solides.

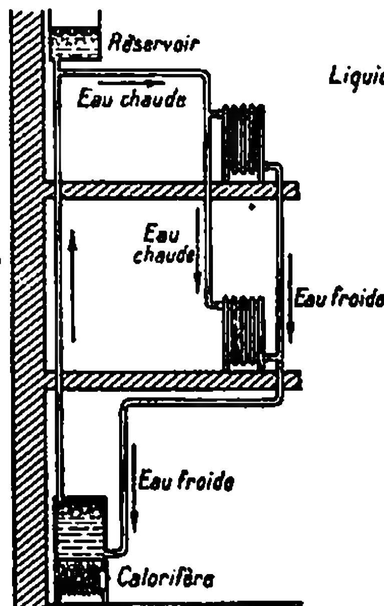


Fig.9. Chauffage central à eau chaude.

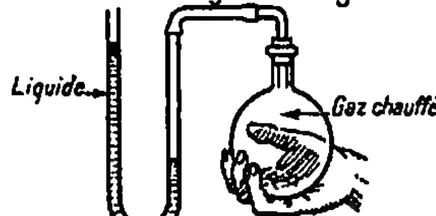


Fig 10. Chauffé, le gaz se dilate.

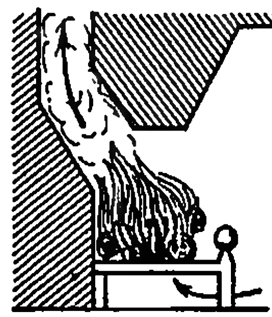

Fig.11. Tirage de la cheminée.


Fig.12. Double courant d'air des portes.


Fig.13. Le matin, la brise souffle vers la terre.


Fig.14. Le soir, la brise souffle vers la mer.

DILATATION DES CORPS PAR LA CHALEUR

Les corps solides, liquides ou gazeux augmentent de volume quand on les chauffe : on dit qu'ils se *dilatent*. Ils se *contractent* par refroidissement.

DILATATION DES SOLIDES

Expérience. — On peut constater la dilatation des solides en longueur et en volume, à l'aide du pyromètre à cadran et de l'anneau de S' Gravesande (fig. 1 et 2).

La dilatation des solides est faible : une barre de fer de 1 m. chauffée de 0 à 100° s'allonge de 1mm, 2.

Applications. — On tient compte de la dilatation lorsqu'on pose les rails de chemin de fer, les barreaux des fenêtres, les toitures en zinc, les tabliers de ponts métalliques, les conduites d'eau chaude ou de vapeur (fig. 3, 4 et 5).

La dilatation par la chaleur ou la contraction par refroidissement peuvent produire des efforts considérables. On utilise ces efforts lorsqu'on cercle les roues des voitures, et lorsqu'on assemble les plaques de tôle avec des rivets (fig. 6 et 7).

La dilatation explique la rupture des corps mauvais conducteurs de la chaleur, comme le verre, chauffés brusquement en un point.

DILATATION DES LIQUIDES

Expérience. — Un ballon de verre, rempli d'eau, est fermé par un bouchon traversé par un tube. En plongeant le ballon dans l'eau chaude, on voit le niveau du liquide s'élever à l'intérieur du tube (fig. 8).

Les liquides chauffés se dilatent beaucoup plus que les solides. Aussi a-t-on choisi l'alcool ou le mercure pour construire les thermomètres.

L'eau chauffée ne se comporte pas comme les autres liquides : de 0 à 4°, elle se contracte ; puis elle se dilate de 4° à 100°. C'est donc à 4° qu'elle possède son maximum de densité.

DILATATION DES GAZ

Expérience. — Un ballon de verre est en communication avec un tube en U qui contient un peu d'eau colorée. La chaleur de la main suffit pour dilater l'air enfermé à l'intérieur du ballon et refouler le liquide (fig. 10).

Les gaz chauffés se dilatent encore plus que les liquides.

Applications. — La dilatation des gaz explique les phénomènes suivants :

1° *Le tirage des cheminées.* L'air de la cheminée, chauffée, se dilate, devient plus léger et s'élève. Il est alors remplacé par l'air froid qui pénètre dans l'appartement par les interstices des portes et des fenêtres (fig. 11).

2° Le double courant d'air des portes (fig. 12).

3° *Le vent.* Les couches d'air chauffées en certains points du globe s'élèvent et sont remplacées par de l'air froid venu de régions voisines.

4° *La brise de terre* et *la brise de mer* (fig. 13 et 14).

Exercices oraux ou écrits.

1° *Comment enlève-t-on un bouchon de verre coincé dans le goulot d'un flacon ? Pourquoi opère-t-on ainsi ?* (C. E. Haute-Saône.) — 2° *La densité d'un corps varie-t-elle quand on le chauffe ?* (C. E. Oise.) — 3° *Expliquez le fonctionnement d'une installation de chauffage central à eau chaude. Pourquoi comprend-elle toujours à la partie supérieure un réservoir ouvert à l'air libre ?* — 4° *Pourquoi le poêle ronfle-t-il quand il est allumé ?* — 5° *Pourquoi y a-t-il des courants d'air dans les maisons ?* (C. E. Oise.) — 6° *Pourquoi les fils du télégraphe ou du téléphone pendent-ils davantage en été qu'en hiver ?* — 7° *Les plaques de zinc qu'on utilise parfois pour couvrir les maisons ne sont fixées que d'un côté. Pourquoi cela ?*

11. — LE THERMOMÈTRE

Vapeur d'eau bouillante

Glace fondante

Réservoir

Fig 2 Thermomètre à mercure.

Eau froide. Eau tiède Eau chaude.

Fig. 1. L'eau tiède parait chaude à la main qui sort de l'eau froide et froide à la main qui sort de l'eau chaude.

0

Fig. 3. Détermination du point 0.

100

Fig. 4. Détermination du point 100.

THERMOMÈTRE

60 50 40 30 20 10 0 10 20

55 45 35 25 15 5 GLACE 5 15

CENTIGRADE

Fig. 5. Thermomètre à alcool.

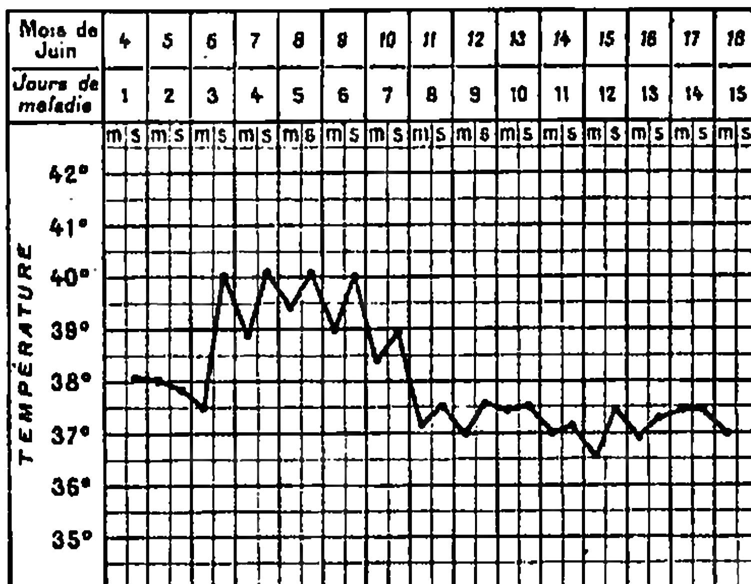


Fig. 6. Graphique de la température d'un malade.

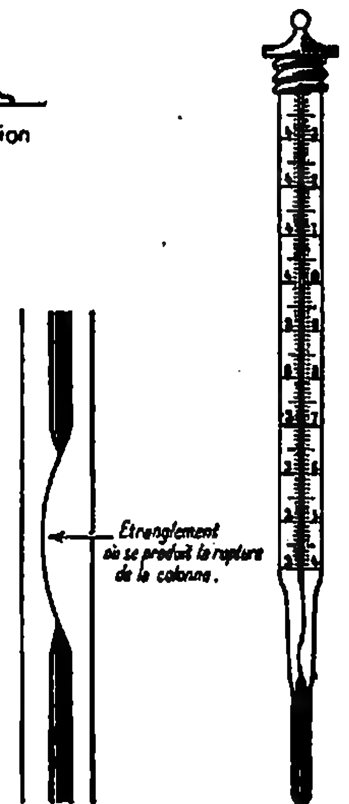


Fig. 7. Thermomètre médical:

I. — Notion de température.

Les sensations de chaud et de froid nous sont données par le toucher.

Lorsque deux corps nous paraissent également chauds ou froids, nous avons l'habitude de dire qu'*ils sont à la même température.* Dans le cas contraire, nous disons que celui des deux corps qui nous semble le plus chaud est à une température plus élevée que l'autre.

Nos sensations sont peu précises, et sujettes à erreur. Ainsi quand, ayant plongé la main gauche dans l'eau froide et la main droite dans l'eau chaude, nous trempons les deux mains dans un même vase d'eau tiède, notre main gauche a une impression de chaleur et notre main droite une impression de froid.

La chaleur ayant pour effet de *dilater* les corps, c'est-à-dire d'augmenter leur volume, on s'est servi de cette *dilatation* pour comparer les températures.

II. — Thermomètre à mercure ou à alcool.

Le thermomètre est un appareil gradué qui nous permet de comparer les températures des corps et de les représenter par des nombres.

1° **Description.** Il se compose d'une petite ampoule de verre de 1 cm^3 environ de capacité, prolongée par un tube capillaire fermé à son extrémité. L'ampoule et une partie du tube contiennent du mercure ou de l'alcool. On a fait le vide au-dessus du liquide (fig. 2 et 5).

2° **Graduation.** Lorsqu'on place le thermomètre dans la glace fondante, le niveau du mercure s'arrête toujours au même endroit. On dit que *la température de la glace fondante est une température invariable ou fixe.* Elle est appelée **zéro degré centigrade.** *La température de la vapeur d'eau bouillante, sous la pression de 76 cm, est aussi une température fixe ;* elle est appelée **100° centigrades.**

Pour graduer un thermomètre, on le place successivement dans la glace fondante et dans la vapeur d'eau bouillante. On marque 0 et 100 aux points où affleure le mercure ; l'intervalle 0-100 est partagé en 100 parties égales et la graduation est prolongée au-dessus de 100 et au-dessous de 0. Chaque division représente un **degré centigrade** (fig. 3 et 4).

3° **Évaluation de la température d'un corps.** Lorsqu'on met le thermomètre en contact avec un corps, le niveau du mercure se déplace dans le tube, puis *se stabilise.* Le thermomètre et le corps sont alors à la même température. Si le niveau du mercure s'arrête, par exemple, à la division 12, *nous disons que la température du corps est* 12°.

III. — Usages du thermomètre.

Le thermomètre permet de connaître et de régler la température des appartements, des serres, des bains, de l'eau des chaudières. Le cultivateur et l'industriel utilisent souvent le thermomètre pour toutes les opérations qui doivent s'effectuer à une température déterminée (fermentations, fabrication de la bière, des fromages, etc...). Enfin, la connaissance de la température d'un malade permet souvent d'établir un diagnostic. Le **thermomètre médical** utilisé à cet usage présente, à l'intérieur du tube, un étranglement qui empêche le mercure de redescendre de lui-même pendant le refroidissement (fig. 7).

12. — PROPAGATION DE LA CHALEUR PAR CONDUCTIBILITÉ

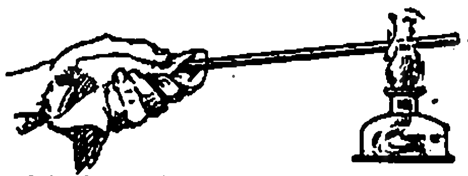


Fig.1. Le fer est bon conducteur de la chaleur

Fig.2. La chaleur se transmet de proche en proche de la partie chaude vers la partie froide par conductibilité.

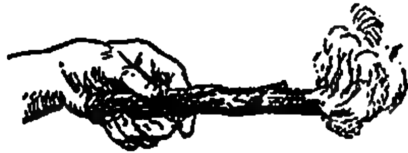


Fig.3. Le bois est mauvais conducteur de la chaleur.

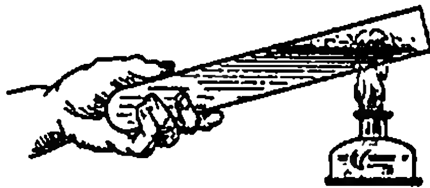


Fig.4. L'eau conduit très mal la chaleur.

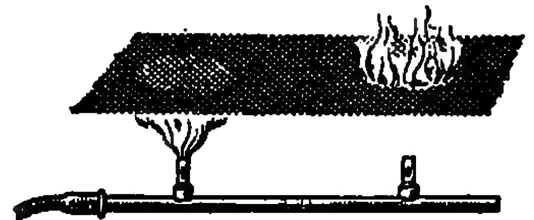


Fig.5. Propriétés des toiles métalliques.



Fig.6. Une marmite norvégienne.

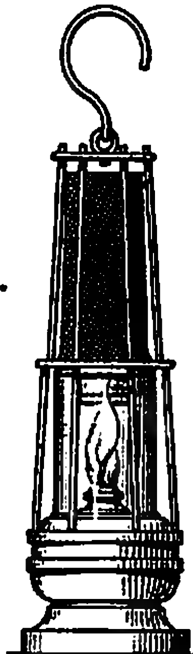


Fig.7. Lampe de sûreté de Davy.

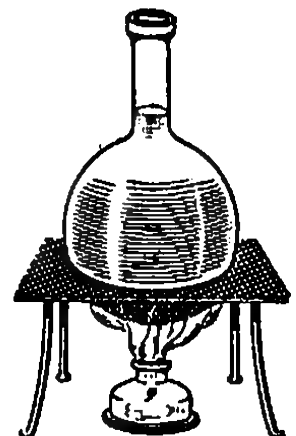


Fig.8. On utilise la toile métallique pour chauffer le ballon de verre.



Fig.9. Ustensiles de cuisine avec manches en bois.



Fig.10. La repasseuse tient son fer avec une poignée d'étoffe.



Fig.11. Les burnous de laine protègent de la chaleur.

PROPAGATION DE LA CHALEUR PAR CONDUCTIBILITÉ

Expérience. — Mettons dans une flamme l'extrémité d'une barre de fer tenue à la main par l'autre extrémité. Nous la sentons peu à peu s'échauffer et la température devient bientôt si élevée qu'il ne nous est plus possible de la tenir (fig. 1). *La chaleur s'est transmise de proche en proche à travers la barre.* On dit que **le fer est bon conducteur de la chaleur.** Cette propagation de la chaleur se nomme **conductibilité.**

I. — Conductibilité des corps solides, liquides et gazeux.

Les corps solides sont très inégalement conducteurs de la chaleur. Si l'on chauffe simultanément des barres de fer, de cuivre, de verre, de bois, recouvertes de cire, on constate que la cire ne fond pas également vite sur les différentes tiges.

Les métaux sont pour la plupart bons conducteurs de la chaleur. Le bois, le coton, la laine, les plumes sont mauvais conducteurs (fig. 3).

Les liquides, à l'exception du mercure, sont mauvais conducteurs de la chaleur. On peut faire bouillir de l'eau dans la partie supérieure d'un tube à essais, tenu à la main par la partie inférieure (fig. 4).

Les gaz sont encore plus mauvais conducteurs de la chaleur que les liquides.

II. — Applications de la conductibilité.

1° **Corps bons conducteurs de la chaleur.**

a) Pour faire cuire les aliments, on se sert d'ustensiles en cuivre ou en aluminium. Les alambics, les chaudières sont fabriqués avec des métaux bons conducteurs de la chaleur.

b) La conductibilité des métaux permet de comprendre pourquoi *les toiles métalliques ne se laissent pas traverser par les flammes.* La chaleur de la flamme se trouve en effet répartie sur une grande surface et les gaz, après avoir traversé la toile, ne sont plus assez chauds pour s'enflammer (fig. 5).

Cette propriété est utilisée dans la *lampe des mineurs* (lampe Davy) (fig. 7).

On se sert aussi de toiles métalliques pour chauffer les corps mauvais conducteurs de la chaleur (ballon de verre, par exemple) qui se briseraient si on les mettait en contact direct avec la flamme (fig. 8).

2° **Corps mauvais conducteurs de la chaleur.**

a) Les objets chauds sont tenus par des poignées mauvaises conductrices de la chaleur (bois, osier, liège, papier).

b) Pour empêcher les corps de s'échauffer ou de se refroidir, on les entoure de substances mauvaises conductrices de la chaleur (paille, sciure de bois). Ces substances emprisonnent d'ailleurs de l'air, lui-même très mauvais conducteur de la chaleur. Ceci explique le rôle des vêtements de laine et des fourrures que nous portons pendant l'hiver, l'emploi de la marmite norvégienne (fig. 6), des édredons, la construction des murs des maisons en briques creuses, etc....

Exercices oraux ou écrits.

1° *Pourquoi un édredon tient-il plus chaud qu'une couverture de laine, bien qu'il soit plus léger ?* (C. E. Alpes-Maritimes.) — 2° *L'hiver, on porte des vêtements de laine. Pourquoi ? Est-il préférable de mettre un vêtement très épais ou deux vêtements plus légers l'un sur l'autre, si l'on désire avoir chaud ? Expliquez votre préférence.* (C. E. Marne.) — 3° *Comment conserve-t-on un bloc de glace en été ? Justifiez la réponse.* — 4° *Expliquez pourquoi la neige protège de la gelée les semis d'automne.* — 5° *Quelles sont les observations et expériences qui vous permettent de dire que certains corps sont bons conducteurs et d'autres mauvais conducteurs ?* (C. E. Maine-et-Loire.) — 6° *Un outil de jardinage exposé au soleil nous paraît plus chaud lorsqu'il est pris par la partie métallique que par le manche. Expliquez cela.*

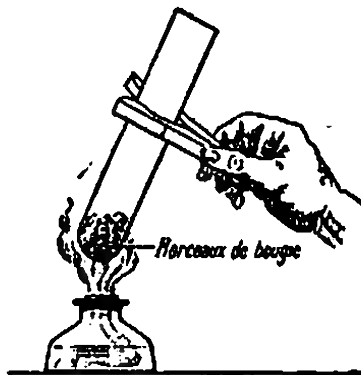
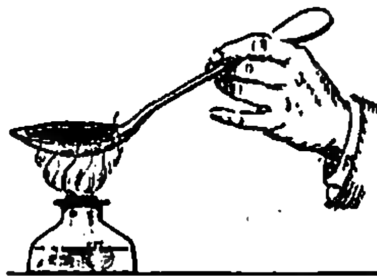


Fig. 1. Fusion de la bougie.


Fig. 2. Sous l'action de la chaleur l'étain devient liquide.

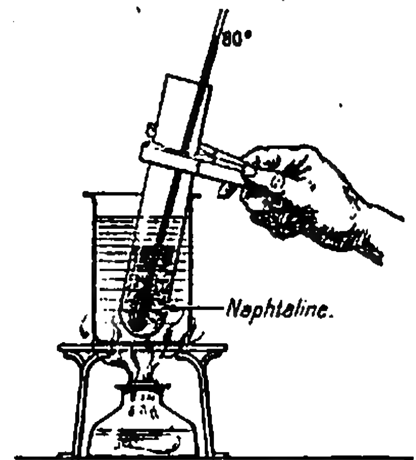


Fig. 3. La naphtaline fond à 80°

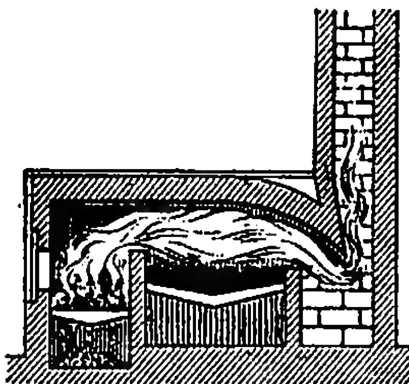

Fig. 4. Four à réverbère pour la préparation des alliages.


Fig. 5. Moulage d'objets en fonte.


Fig. 6. Rétamage d'ustensiles de cuisine.

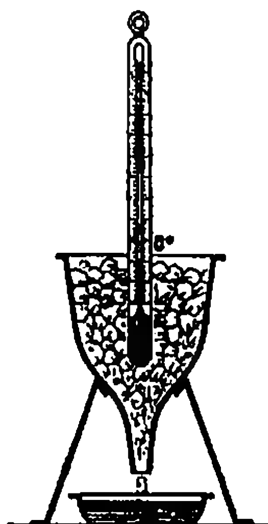
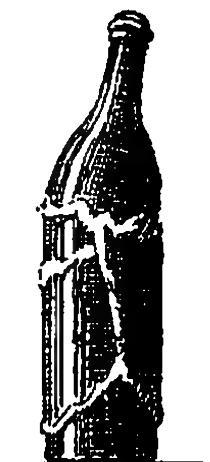


Fig. 7. La glace fond à 0°


Fig. 8. A 0° l'eau du lac s'est solidifiée.


Fig. 9. L'eau en se solidifiant augmente de volume et fait éclater la bouteille.

FUSION ET SOLIDIFICATION

I. — Définitions.

Sous l'action de la chaleur, certains corps solides deviennent liquides. C'est le phénomène de la **fusion.**

Par refroidissement, se produit le passage inverse de l'état liquide à l'état solide : c'est la **solidification.**

On peut réaliser facilement la *fusion* de la bougie (fig. 1), de la naphtaline, de l'étain (fig. 2), du plomb, et la *solidification* des liquides obtenus.

Tous les corps ne peuvent pas fondre. Quelques-uns, le bois, le papier, par exemple, se décomposent quand on les chauffe. D'autres résistent très bien à la chaleur. Ils ne fondent ni ne se décomposent : ils sont dits *réfractaires* (chaux, briques).

II. — Lois de la fusion et de la solidification.

Un même corps commence toujours à fondre à la même température, que l'on appelle sa *température de fusion.* Ainsi, la glace fond à 0° (fig. 7), la naphtaline à 80°, l'étain à 235°, la fonte à 1.200°.

Pendant toute la durée de la fusion, la température ne varie pas. C'est parce que la température de la glace fondante est invariable qu'on l'a choisie pour fixer le point O de la graduation du thermomètre.

Les lois de la solidification sont analogues à celles de la fusion et la température de solidification d'un corps est la même que sa température de fusion. Ainsi la glace fond à 0° et l'eau se solidifie à 0°.

APPLICATIONS. — 1° Les *alliages* sont obtenus en fondant ensemble deux ou plusieurs métaux (fig. 4). Le laiton, par exemple, est fabriqué par fusion du cuivre et du zinc.

2° On utilise la fusion des métaux ou des alliages pour faire des *moulages* (statues, par exemple).

III. — Les liquides, en se solidifiant, diminuent de volume.

L'eau et la fonte font exception.

L'augmentation de volume qui résulte de la solidification de l'eau explique la rupture des conduites d'eau pendant les gelées d'hiver, les dégâts causés aux végétaux par les gelées printanières, l'effritement des pierres gélives.

Pour la même raison, la glace flotte à la surface de l'eau (1 dm³ de glace pèse 940 g).

Exercices oraux ou écrits.

1° *Que veut dire : « Geler à pierre fendre ? » Pourquoi cette expression ?* (C. E. Seine.) — 2° *L'eau augmente de volume en se congelant. Ce fait a-t-il des conséquences tantôt nuisibles, tantôt utiles pour la végétation et la culture ? Lesquelles ?* (C. E. Jura.) — 3° *Le phénomène de la fusion ne peut-il pas produire de véritables catastrophes ?* — 4° *Pourquoi la glace flotte-t-elle sur l'eau ?* — 5° *Pourquoi faut-il en hiver préserver de la gelée le radiateur d'une automobile ?*



Fig.1. L'eau s'évapore plus vite quand la surface du liquide est plus grande.



Fig.2. Les marais salants sont vastes et peu profonds pour que l'évaporation soit plus rapide.



Fig.3. L'évaporation est plus rapide au soleil qu'à l'ombre.



Fig.6 Le linge étalé sur des cordes et exposé au vent sèche vite.



g.4. L'évaporation est lente dans un air humide.

Fig.5. Le courant d'air active l'évaporation.

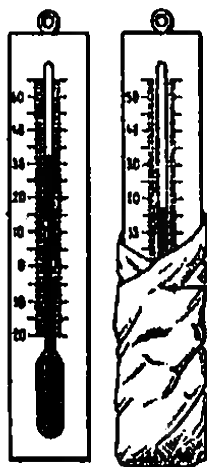


Fig.7. L'évaporation produit du froid.



Fig.8. On rafraîchit une carafe en l'entourant d'un linge mouillé.

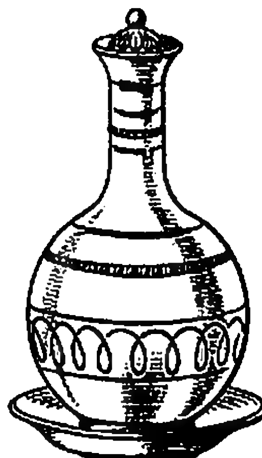


Fig.9. L'alcarazas en terre poreuse tient l'eau fraîche en été.



Fig.10. Le courant d'air produit par l'éventail rafraîchit la peau.

La *vaporisation* est le passage d'un corps de l'état liquide à l'état gazeux.

Les liquides peuvent être transformés en vapeur de deux manières :

1° **Par évaporation :** La vapeur se forme lentement à la surface du liquide exposé à l'air.

2° **Par ébullition :** La vapeur se forme dans la masse du liquide qu'on chauffe.

ÉVAPORATION

La rapidité avec laquelle un liquide s'évapore dépend :

1° **De la nature du liquide :** Ainsi l'éther s'évapore plus rapidement que l'eau. On dit que l'éther est plus *volatil* que l'eau.

2° **De l'étendue de la surface du liquide :** Ainsi l'eau s'évapore plus vite dans une assiette que dans un verre (fig. 1).

Application. — **Les marais salants** sont des bassins peu profonds où l'eau de la mer s'étale sur de grandes surfaces. L'évaporation de l'eau est alors très rapide.

3° **De la température du liquide.** Expérience. — Versons dans deux assiettes deux quantités d'eau égales et plaçons l'une d'elles seulement au soleil. Nous remarquons que l'évaporation est plus rapide au soleil qu'à l'ombre (fig. 3).

Application. — Pour faire sécher le linge, on le place au soleil ou près du feu.

4° **De la sécheresse de l'air :** L'évaporation est plus rapide dans l'air sec que dans l'air humide.

Expérience. — L'évaporation de l'eau contenue dans un récipient fermé par un couvercle s'arrête vite, car l'air qui est au-dessus du liquide est bientôt saturé de vapeur d'eau (fig. 4).

5° **De l'agitation de l'air :** Le vent, en renouvelant l'air, active l'évaporation. C'est pour cette raison que les séchoirs sont exposés aux courants d'air (fig. 6).

L'évaporation produit du froid.

Expériences. — 1° Versons un peu d'éther ou d'alcool sur la main. Pendant l'évaporation du liquide, on éprouve une sensation de fraîcheur.

2° Enveloppons le réservoir d'un thermomètre avec un morceau d'étoffe humecté d'éther ou d'alcool : nous constatons que la température s'abaisse (fig. 7).

Le froid se produit parce que le liquide qui s'évapore emprunte de la chaleur à lui-même et aux corps environnants.

Applications. — 1° Pour faire rafraîchir une boisson, il suffit d'entourer la bouteille d'un linge mouillé et de la placer dans un courant d'air. Le même principe est mis à profit dans les alcarazas (fig. 8 et 9).

2° On peut courir de graves dangers si l'on se place dans un courant d'air lorsqu'on est en sueur : l'évaporation rapide produit un abaissement de température de notre corps.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Quelles conditions favorisent l'évaporation ? Applications pratiques.* (C. E. Marne.) — 2° *Que ressent-on en sortant d'un bain chaud ? Comment s'explique l'impression éprouvée ?* — 3° *Pourquoi l'évaporation produit-elle du froid ?* — 4° *Expliquez l'utilité des vêtements de flanelle.* — 5° *Comment fait-on sécher l'herbe à transformer en foin ?*

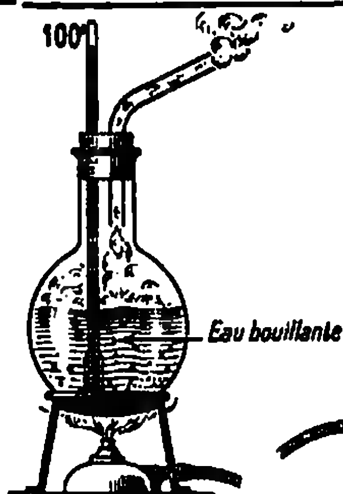


Fig.1. L'eau bout à 100°
La température reste la même
pendant toute la durée de l'ébullition.

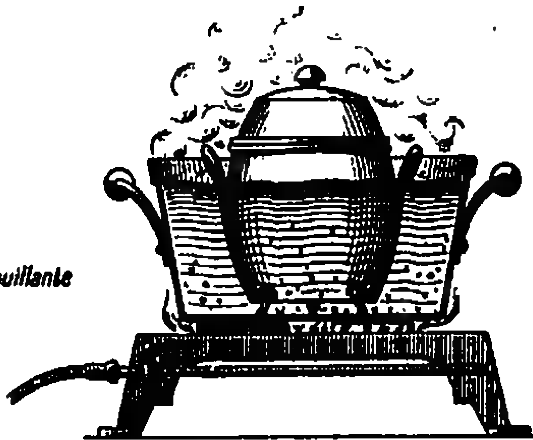


Fig.2. Dans un bain-marie les aliments cuisent
à une température constante.

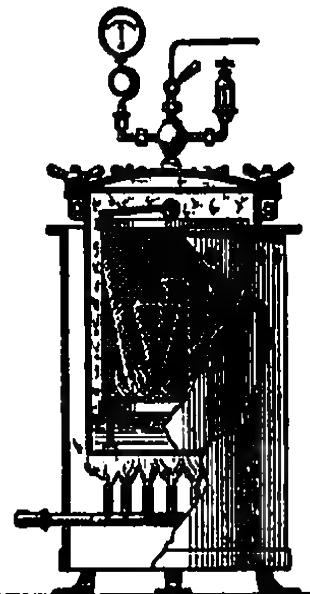


Fig.3. L'autoclave permet de chauffer l'eau
à une température supérieure à 100°

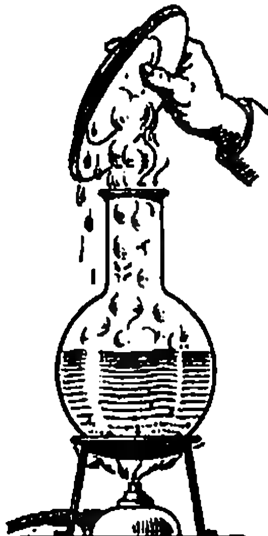


Fig.4. Au contact
d'un corps froid, la vapeur
d'eau se condense.

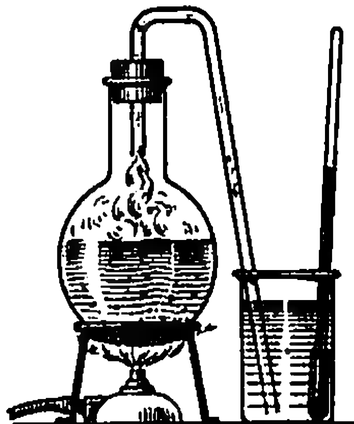


Fig.5. La chaleur produite par la
condensation de la vapeur d'eau
élève la température de l'eau du vase.

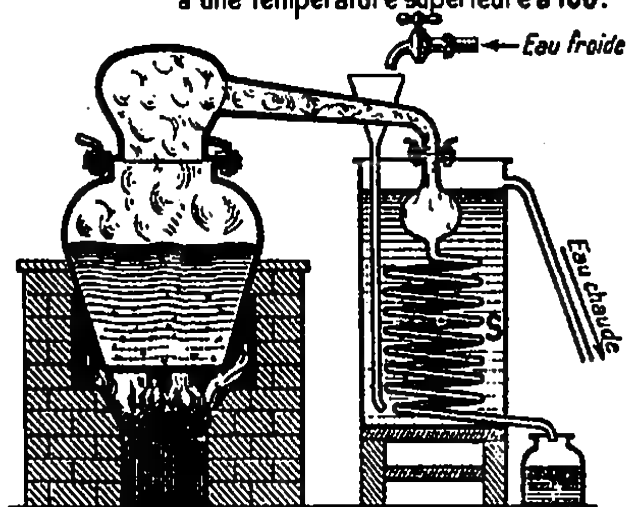
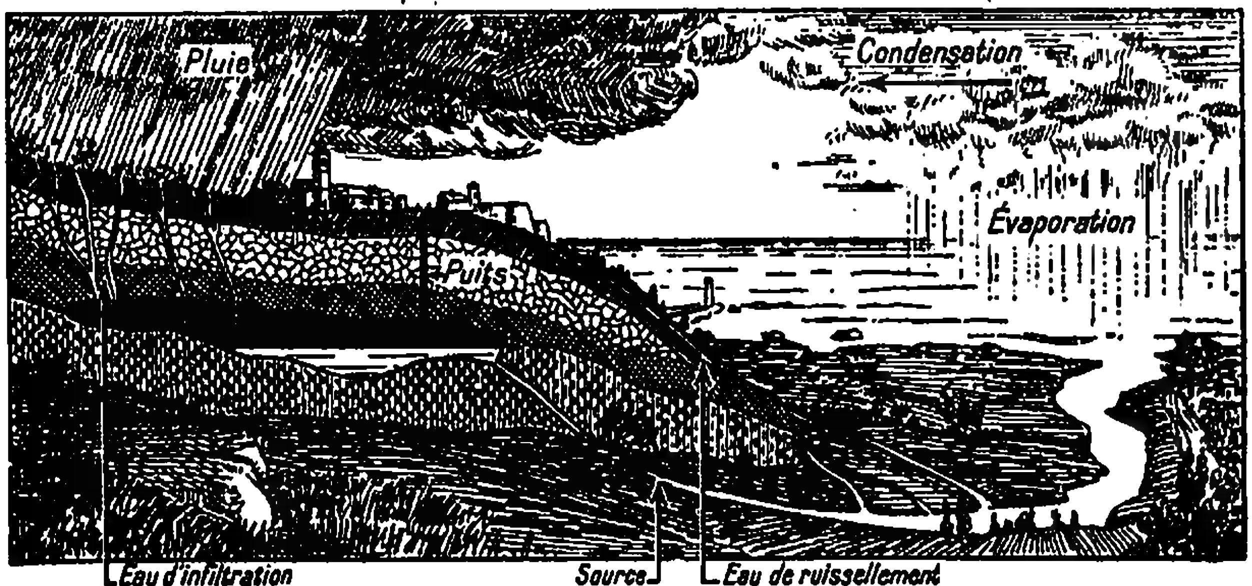


Fig.6. Alambic.
La vapeur se condense
dans le serpentin S.



Circulation de l'eau dans la nature (Evaporation et condensation).

ÉBULLITION

Expérience. — Chauffons de l'eau dans un ballon. Bientôt de petites bulles tapissent les parois, puis s'en détachent et arrivent à la surface. Ces premières bulles sont formées par l'air qui était en dissolution dans l'eau.

Continuons à chauffer. Au bout de quelques instants, de grosses bulles de vapeur partent du fond du ballon, s'élèvent, mais n'atteignent pas encore la surface. On entend un bruissement particulier : l'eau chante.

Puis les bulles, plus grosses et plus nombreuses, viennent crever à la surface du liquide et l'agitent vivement. L'eau bout : c'est le phénomène de **l'ébullition.**

Lois de l'ébullition.

I. **Un liquide commence toujours à bouillir à la même température sous une même pression extérieure et, pendant toute la durée de l'ébullition, la température reste la même si la pression extérieure demeure invariable.** Sous la pression de 76 cm, l'éther bout à 35°, l'alcool à 78°, l'eau à 100°.

Application. — La température d'ébullition de l'eau a été prise comme point de repère dans l'échelle thermométrique (point 100 du thermomètre).

II. **La température d'ébullition d'un liquide varie avec la pression qui s'exerce sur lui.**

Ainsi l'eau bout à 100° quand la pression est de 76 cm.

Au sommet du Mont-Blanc, elle entre en ébullition à 84°.

Par contre, dans une chaudière fermée où la vapeur s'accumule, l'eau peut atteindre 120°, 130°, 140°, sans bouillir. Ce phénomène est mis à profit dans les autoclaves où l'on stérilise les conserves, pansements et appareils de chirurgie.

CONDENSATION

I. Expérience. — Une assiette froide, placée au-dessus de l'eau en ébullition, se couvre aussitôt de buée et de gouttelettes d'eau. L'eau est passée de l'état de vapeur à l'état liquide. Ce phénomène s'appelle **condensation** ou **liquéfaction.**

La formation de la rosée, du brouillard, des nuages résulte de la condensation de la vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère.

II. En se condensant, la vapeur cède la chaleur qu'elle avait empruntée pour se former. **La condensation produit de la chaleur, à l'inverse de l'évaporation qui produit du froid.**

Dans certaines installations de chauffage central, on utilise la chaleur fournie par la condensation de la vapeur d'eau.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Expliquez pourquoi un liquide peut bouillir à des températures différentes. Pourquoi précise-t-on que la pression doit être de* 76 cm *dans la détermination du point* 100 *du thermomètre ?* — 2° *La figure* 6 *représente un alambic. Pourquoi fait-on arriver l'eau froide à la partie inférieure du serpentin ? Pourquoi est-il nécessaire de renouveler l'eau autour du serpentin ?* — 3° *L'eau de pluie en majeure partie vient de l'eau de mer. Comment se fait-il que l'eau de pluie ne soit pas salée ?* (C. E. Charente-Inférieure.) — 4° *Expliquez les changements d'état de l'eau dans une installation de chauffage à la vapeur.* — 5° *Quelles différences y a-t-il entre l'évaporation et l'ébullition ?*

16. — LES AIMANTS





Fig.1. Aimant droit.
Aimant en fer à cheval.

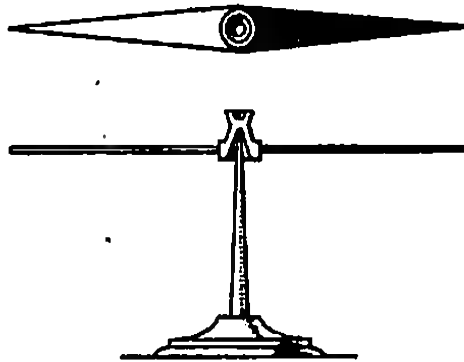
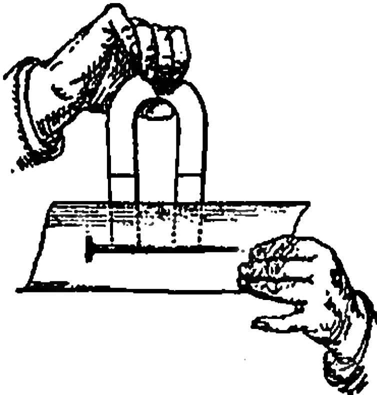


Fig.2. Aiguille aimantée
montée sur un pivot.



Fig.3. L'aimant attire le fer.





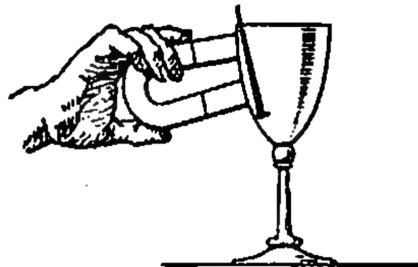


Fig. 4 et 5. L'attraction de l'aimant s'exerce à travers
certains corps comme le papier, le verre.

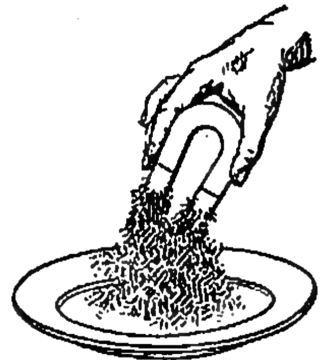


Fig. 6. La limaille de fer
s'attache aux pôles des aimants.

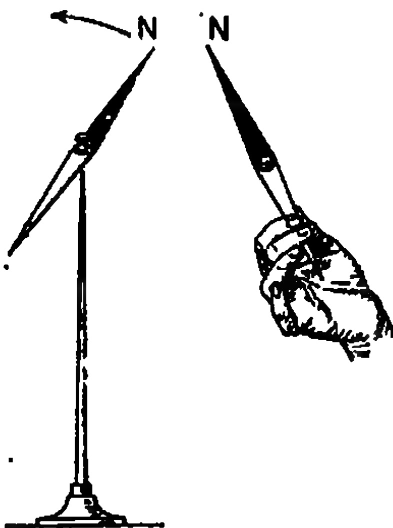


Fig.7. Deux pôles de même nom
se repoussent.

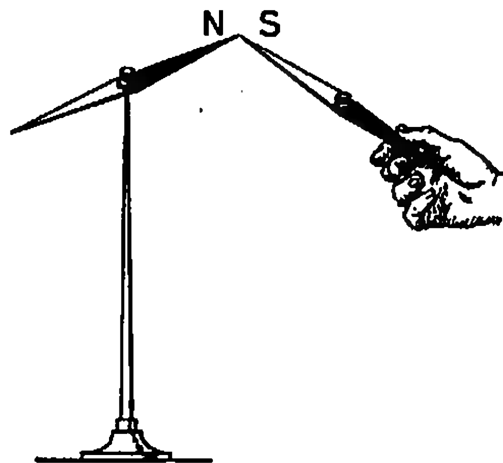


Fig.8. Deux pôles de noms différents
s'attirent.

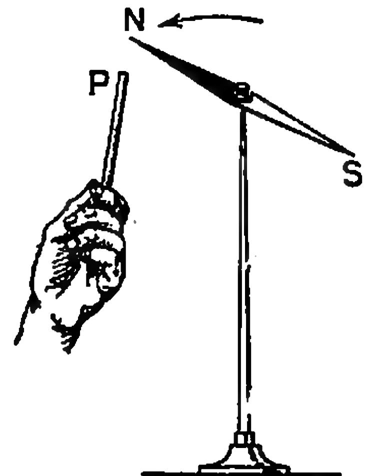


Fig.9. Le pôle du barreau est un
pôle Sud, puisqu'il attire
le pôle Nord de l'aiguille.

I. — Aimants naturels et aimants artificiels.

On trouve dans le sol, en Suède, en Norvège, dans l'île d'Elbe, en Asie Mineure, etc. un oxyde de fer qui a la propriété d'attirer certains métaux tels que l'acier, le nickel, le fer, etc.. On l'appelle **aimant naturel.**

Un barreau d'acier frotté contre un aimant naturel acquiert la propriété d'attirer la limaille de fer. C'est un **aimant artificiel.** On peut encore aimanter les corps à l'aide du courant électrique.

Les aimants artificiels, les seuls employés, sont des barres d'acier, soit rectilignes (barreaux aimantés), soit courbés en U (aimants en fer à cheval) (fig. 1). On utilise aussi des lames d'acier en forme de losange très allongé dans la fabrication des boussoles (fig. 2)

II. — Pôles d'aimant.

Plongeons un aimant dans la limaille de fer ; nous constatons qu'elle s'attache surtout aux deux extrémités du barreau (fig. 6). Ces deux extrémités où semblent se localiser les propriétés attractives de l'aimant s'appellent les **pôles.** Un aimant, quelle que soit sa forme, possède toujours 2 pôles.

Pôle Nord et Pôle Sud. — Plaçons une aiguille aimantée sur un pivot vertical ; après quelques oscillations, la petite aiguille prend une direction voisine de la direction Sud-Nord. Si nous écartons l'aiguille de cette position, elle tend d'elle-même à y revenir.

On appelle **pôle Nord** celui qui se dirige vers le Nord géographique, et **pôle Sud** celui qui se dirige vers le Sud. Dans tous les aimants, on peut distinguer ainsi un pôle Nord et un pôle Sud.

III. — Attraction et répulsion des pôles.

1° Approchons du pôle Nord de l'aiguille précédente, le pôle Nord d'une autre aiguille. La première aiguille tourne de façon que son pôle Nord s'éloigne du pôle Nord approché (fig. 7).

Le même phénomène se produirait si l'on présentait un pôle Sud au pôle Sud de l'aiguille mobile.

CONCLUSION : **Deux pôles de même nom se repoussent.**

2° Approchons du pôle Nord de l'aiguille mobile, le pôle Sud de la deuxième aiguille ; on constate cette fois qu'il y a attraction (fig. 8). De même, le pôle Sud de l'aiguille mobile est attiré par le pôle Nord de la deuxième aiguille.

CONCLUSION : **Deux pôles de noms différents s'attirent.**

Cette *loi des pôles* permet de déterminer très facilement la nature des pôles d'un aimant (fig. 9). Elle permet, en outre, de constater qu'un aimant a toujours deux pôles de noms différents.

IV. — Champ magnétique.

Puisqu'un aimant peut *agir à distance* sur une aiguille aimantée, c'est que la région qui entoure l'aimant se trouve dans un état particulier. Cet espace constitue le **champ magnétique** de l'aimant.

Le champ magnétique d'un aimant est l'espace où s'exerce l'action de cet aimant.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Quelles sont les principales propriétés d'un aimant, d'une aiguille aimantée ?* (C. E. Mayenne.) —

2° *Comment procéderez-vous pour distinguer le pôle Nord et le pôle Sud d'un aimant, s'ils ne sont pas indiqués ?*

17. — LA BOUSSOLE

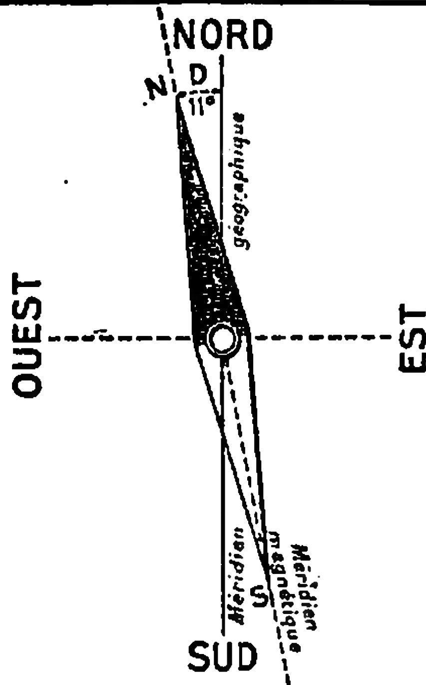


Fig.1 Déclinaison.

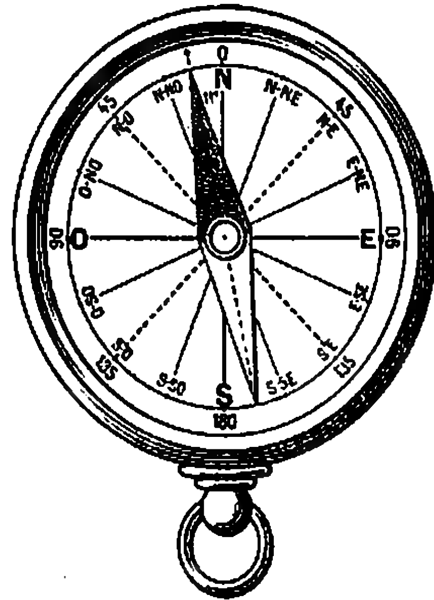
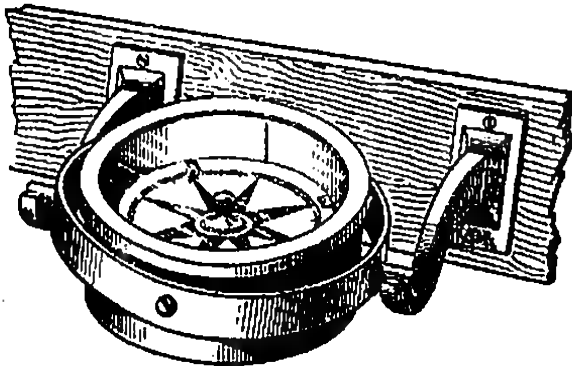
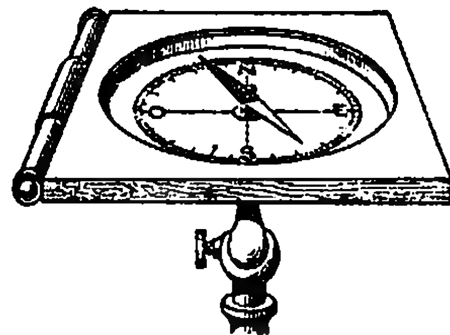


Fig.2 Boussole.


Fig.3. Boussole marine ou compas.


Fig.4. Boussole d'arpenteur.

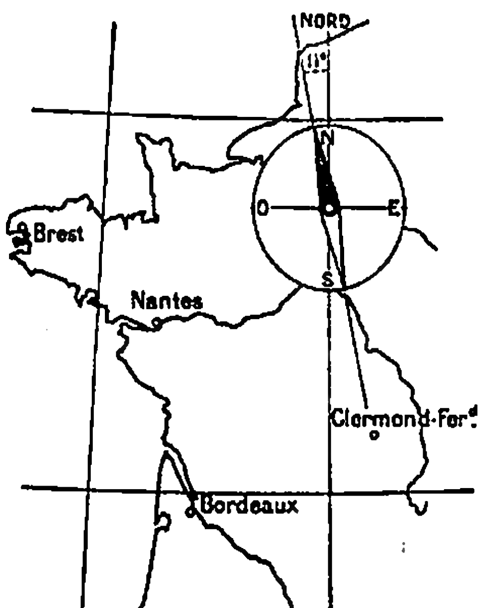
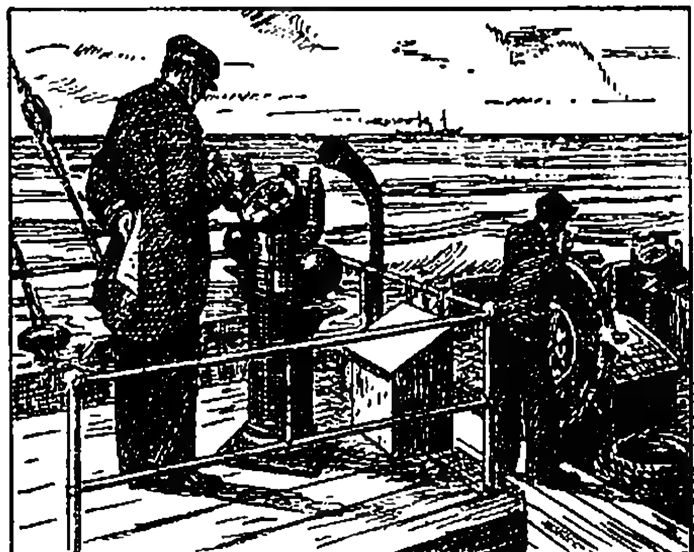


Fig.5. Comment on oriente une carte.


Fig.6. Les navigateurs se dirigent à l'aide de la boussole.

I. — Champ magnétique terrestre.

Nous savons déjà qu'une aiguille aimantée, très mobile, soustraite à toute action d'aimant, finit toujours par prendre une position bien déterminée qui est sensiblement la direction Nord-Sud du méridien géographique (1). Plusieurs aiguilles placées suffisamment loin l'une de l'autre prennent des directions parallèles.

Si l'aiguille aimantée s'oriente ainsi, dans une direction toujours voisine de la ligne Nord-Sud, c'est que la Terre agit sur elle comme le ferait un aimant. L'espace qui entoure la Terre est donc un champ magnétique : c'est le **champ magnétique terrestre.**

II. — Déclinaison.

On appelle **angle de déclinaison,** l'angle formé par la direction donnée par l'aiguille aimantée avec la direction Nord-Sud du méridien géographique (fig. 1).

Cet angle de déclinaison varie avec les lieux. Il est de 11° à peu près à Paris ; le pôle Nord de l'aiguille se trouve à gauche du méridien géographique : on dit qu'à Paris la déclinaison est de 11° occidentale.

III. — Boussole.

La partie principale d'une boussole est une *aiguille aimantée* ayant la forme d'un losange allongé. Elle est supportée en son centre par un pivot vertical autour duquel elle peut tourner librement. Le pôle Nord est teinté en bleu. Cette aiguille est enfermée dans une boîte vitrée. Le pivot est fixé au centre d'un cercle divisé en degrés et sur lequel on a dessiné la « rose des vents » indiquant les points cardinaux.

Pour **s'orienter à la boussole,** il suffit de faire tourner la boîte de la boussole jusqu'à ce que la direction marquée N.-S. du cadran fasse un angle de 11° avec l'aiguille aimantée. A ce moment, la direction N.-S. du cadran donne la direction du Nord géographique.

Pour **orienter une carte,** il faut d'abord faire coïncider la ligne N.-S. du cadran de la boussole avec une ligne verticale de la carte représentant un méridien géographique. On fait ensuite tourner en même temps la carte et la boussole, jusqu'à ce que l'aiguille recouvre la flèche de déclinaison.

La boussole est surtout indispensable aux marins, aux aéronautes et aux explorateurs. La fig. 3 représente une boussole marine ou *compas.*

Exercices oraux ou écrits.

1° *Pourquoi la boîte d'une boussole est-elle en cuivre ou en bois ?* — 2° *Comment expliquez-vous que la boussole permette aux navires de se diriger ?* (C. E. Marne.) — 3° *La figure* 3 *représente une boussole marine ou compas. Examinez la suspension. Quel avantage présente-t-elle ?* — 4° *Comment oriente-t-on une carte ?*

1. On peut trouver la direction Nord-Sud du méridien géographique en traçant sur une table horizontale, placée au soleil, l'ombre portée à midi (heure vraie) par un fil à plomb.

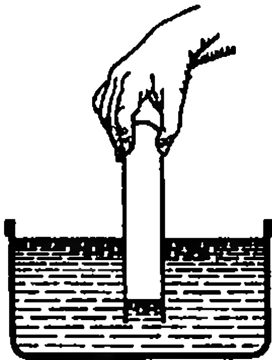


Fig.1. L'air enfermé dans l'éprouvette empêche l'eau de monter.

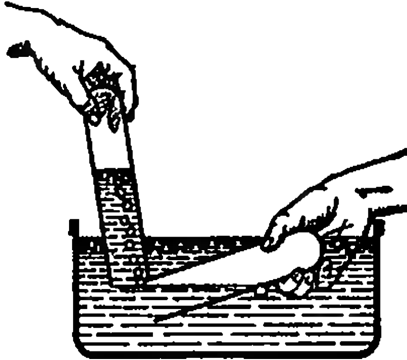


Fig.2. Comment on peut transvaser l'air d'une éprouvette dans une autre.

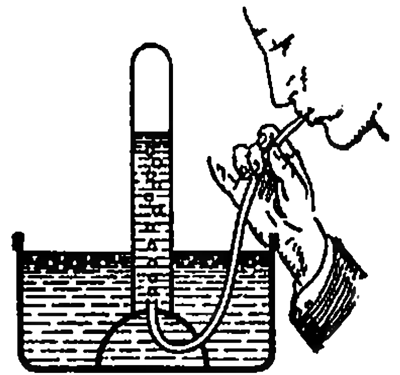
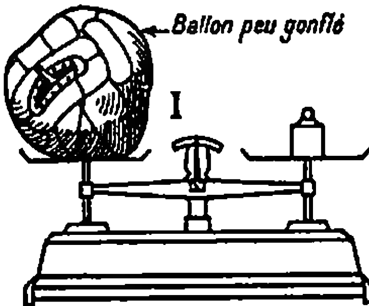


Fig.3. L'air chasse le liquide et s'accumule à la partie supérieure de l'éprouvette.



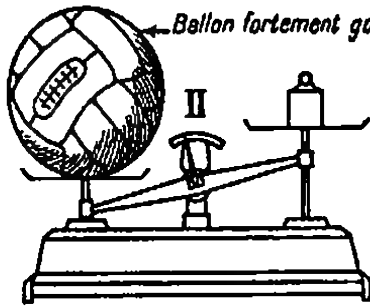


Fig.4. L'air est pesant.

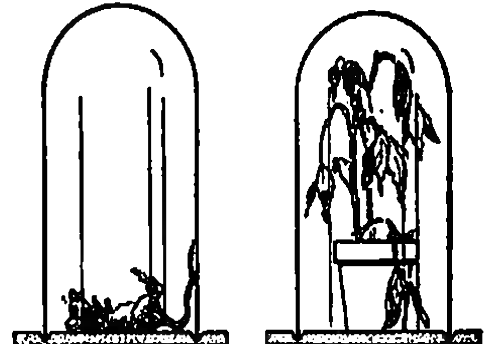


Fig.5 et 6. L'air est indispensable aux êtres vivants.

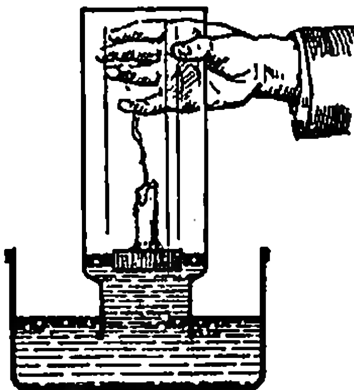


Fig.7. L'air est indispensable aux combustions.



Fig.8. La ménagère souffle le feu pour activer la combustion.

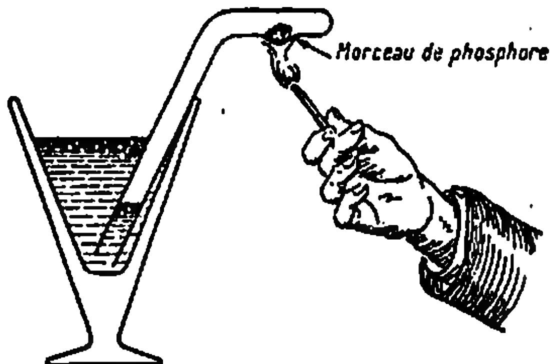


Fig.9. Le phosphore brûle dans le tube grâce à l'oxygène contenu dans l'air.

L'AIR RENFERME
4 FOIS PLUS D'AZOTE
QUE D'OXYGÈNE

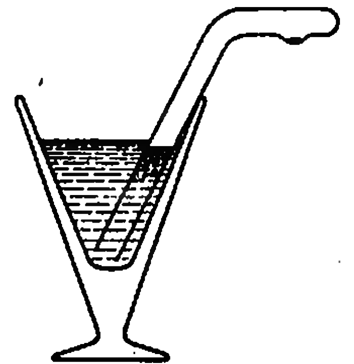


Fig.10. Après la combustion du phosphore, l'eau occupe le $\frac{1}{5}$ du volume de l'air enfermé dans le tube.

CHIMIE

L'AIR

I. — L'air est invisible, mais il nous entoure de tous côtés.

Le globe terrestre est entouré d'une couche d'air d'une centaine de kilomètres d'épaisseur appelée *atmosphère*.

L'air est un gaz sans saveur, sans odeur, sans couleur ; cependant, sous une grande épaisseur, il paraît bleu. Nous décelons sa présence lorsqu'il se déplace (courant d'air, vent, ouragan). Il remplit tous les vases qui nous paraissent vides : on le montre en plongeant verticalement dans l'eau un verre retourné l'ouverture en bas ; l'eau ne pénètre pas jusqu'au fond du verre, parce que l'air s'y oppose (fig. 1). On peut aussi transvaser l'air contenu dans le verre dans un autre récipient préalablement rempli d'eau (fig. 2).

II. — L'air est pesant.

1 litre d'air pèse 1 g, 3 (fig. 4).

III. — L'air est indispensable aux êtres vivants.

Une souris placée sous une cloche où l'air ne se renouvelle pas finit par mourir asphyxiée. Une plante privée d'air jaunit et meurt. Une graine enfouie trop profondément dans le sol ne germe pas. Un poisson ne peut vivre dans l'eau privée d'air par ébullition.

IV. — L'air est indispensable aux combustions.

Une bougie allumée s'éteint si on la recouvre d'un bocal (fig. 7). Par contre, un courant d'air active les combustions : le feu dans la cheminée se ranime lorsqu'on baisse le rideau ; le soufflet du forgeron avive le feu de forge.

V. — L'air est un mélange de deux gaz.

Lavoisier a montré, en 1774, que l'air est un mélange de deux gaz. L'un, l'**oxygène,** fait brûler les corps et entretient la respiration des êtres vivants. L'autre, l'**azote,** n'entretient ni la combustion ni la respiration et modère seulement l'action trop vive de l'oxygène pur.

Expérience. — (Fig. 9 et 10). Le phosphore brûle dans le tube grâce à l'oxygène contenu dans l'air. Lorsque la combustion est terminée, il ne reste plus que de l'azote, qui occupe environ les 4/5 du volume total. *L'air renferme donc 4 fois plus d'azote que d'oxygène.* En réalité, l'air contient encore, mais en quantité extrêmement faible, de la **vapeur d'eau** et un autre gaz, le **gaz carbonique.**

VI. — L'air vicié est dangereux.

(Voir la leçon sur l'hygiène de la respiration).

Exercices oraux ou écrits.

1° *L'air est-il visible ? Comment peut-on se rendre compte de sa présence ?* (C. E. Côte-d'Or.) — 2° *Pourquoi les incendies sont-ils redoutables quand le vent souffle ?* — 3° *Quand le feu prend dans une cheminée, pourquoi faut-il d'abord la boucher par en bas ?* — 4° *Si le feu prenait à vos vêtements, que feriez-vous pour l'éteindre ? Pourquoi ?* (C. E. Seine-et-Oise.) — 5° *Que contient l'air atmosphérique ? Pourquoi l'air des villes est-il moins pur que l'air des campagnes ?* (C. E. Tunisie.)

19. — L'OXYGÈNE

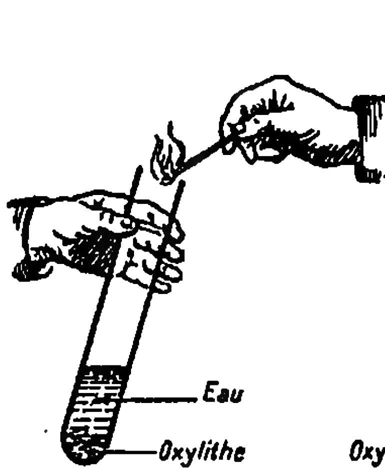


Fig.1. L'oxygène rallume une allumette ne présentant plus qu'un point rouge.

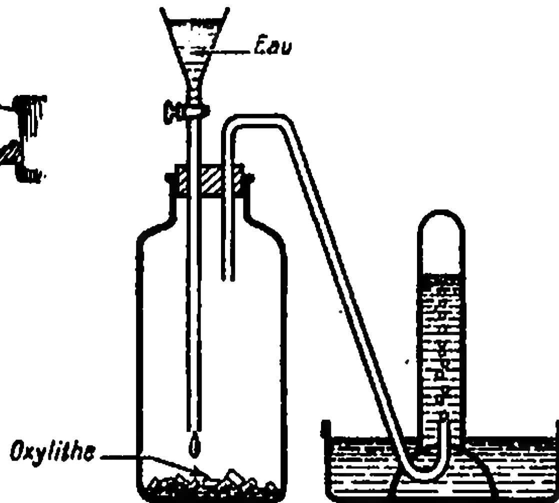


Fig.2. Comment on prépare l'oxygène.

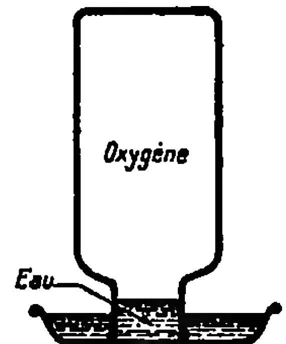


Fig.3. L'oxygène est peu soluble dans l'eau.

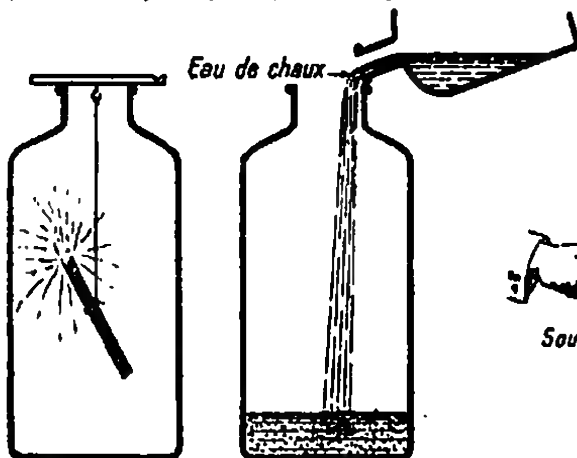


Fig.4. Fig.5.
Combustion vive du fusain dans l'oxygène.
Il se forme du gaz carbonique qui trouble l'eau de chaux.

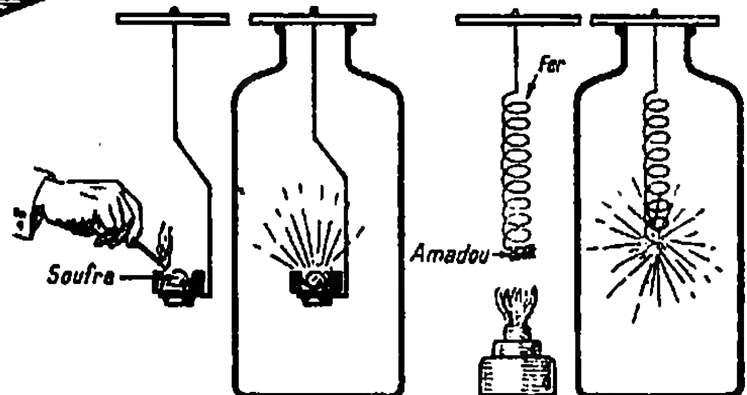


Fig.6. Fig.7.
Combustion vive du soufre et du fer dans l'oxygène.

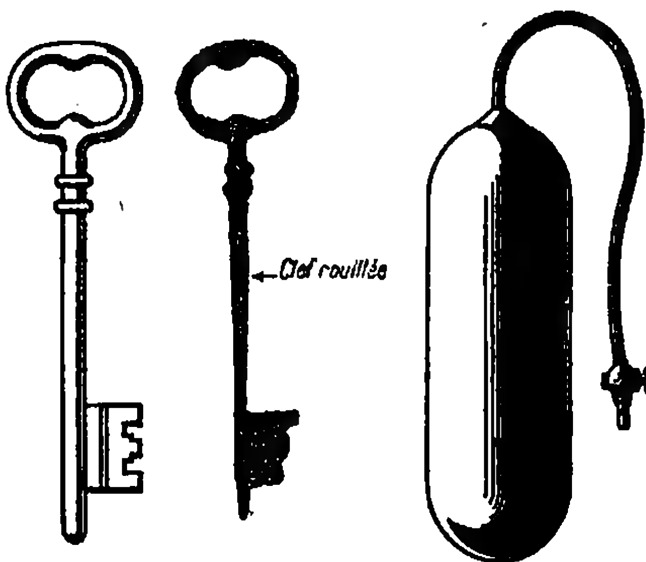


Fig.8. La rouille résulte de la combustion lente du fer.

Fig.9. Ballon d'oxygène.

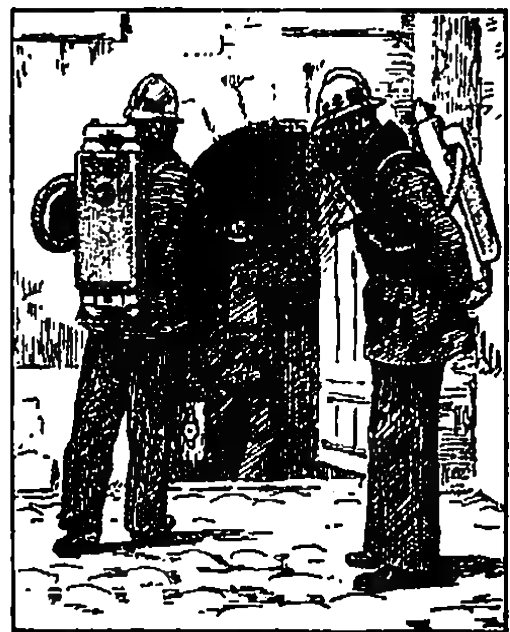


Fig.10. Masque et générateur à oxygène.

I. — Préparation.

Pour préparer l'oxygène, on fait tomber de l'eau goutte à goutte sur une petite quantité d'oxylithe (fig. 1). L'oxygène qui se dégage est recueilli dans des éprouvettes ou des flacons retournés sur la cuve à eau (fig. 2).

II. — Propriétés.

1° L'oxygène est un *gaz incolore, inodore, peu soluble dans l'eau.*

2° **L'oxygène fait brûler les corps.** L'oxygène rallume une allumette ne présentant plus qu'un point rouge (fig. 1). Un morceau de fusain porté au rouge et plongé dans un flacon rempli d'oxygène brûle avec éclat (fig. 4). Il se forme du *gaz carbonique,* qui trouble l'eau de chaux (fig. 5). Le gaz carbonique résulte de l'union du charbon avec l'oxygène. C'est une *combinaison* de ces deux corps.

Le soufre brûle de même dans l'oxygène. Il se produit un gaz qui provoque la toux : *le gaz sulfureux* (fig. 6). Ce gaz est une *combinaison* du soufre avec l'oxygène.

Le fer brûle aussi dans l'oxygène en donnant des étincelles très brillantes (fig. 7). Il se forme un corps solide, l'*oxyde de fer,* qui est une *combinaison* de fer et d'oxygène.

On donne le nom de **combustion** *à la combinaison d'un corps avec l'oxygène.*

3° **Combustions vives et combustions lentes.** Les combustions précédentes se font avec production de lumière et de chaleur. Ce sont des *combustions vives.* Mais la combinaison d'un corps avec l'oxygène peut aussi se faire sans produire de lumière et en dégageant peu de chaleur. C'est alors une *combustion lente.* La *rouille,* par exemple, résulte de la combustion lente du fer.

4° **L'oxygène est indispensable à la vie.** La respiration fournit à notre organisme l'oxygène nécessaire. Celui-ci entretient des combustions lentes qui produisent de la chaleur et maintiennent constante la température de notre corps.

III. — Conclusion

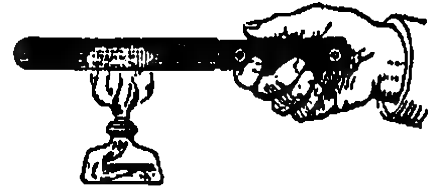
Ce qui précède nous montre toute l'importance de l'oxygène. Sans lui, les combustions et la vie sont impossibles.

Exercices oraux ou écrits.

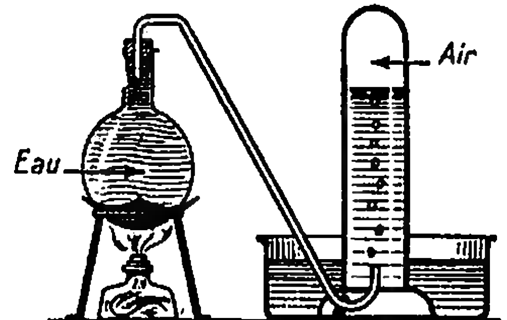
1° *A quoi sont dues les étincelles brillantes qui jaillissent sous le marteau du forgeron ? Quel est le corps qui se forme ?* — 2° *Qu'advient-il d'un clou oublié sur le rebord extérieur de la fenêtre ? Expliquez ce qui s'est passé.* (C. E. Eure.) — 3° *Expliquez à l'aide d'un exemple ce que c'est qu'une combustion.* — 4° *Pourquoi les pompiers sont-ils parfois obligés de se servir de masques et de générateurs à oxygène ?* — 5° *Pourquoi les aéronautes ou les aviateurs qui doivent s'élever très haut dans l'atmosphère emportent-ils avec eux des ballons d'oxygène ?* — 6° *Comment peut-on mettre en évidence les propriétés de l'oxygène ? Indiquez les observations ou expériences que l'on peut faire à ce sujet.* (C. E. Doubs.)



La neige et la glace sont de l'eau solide.



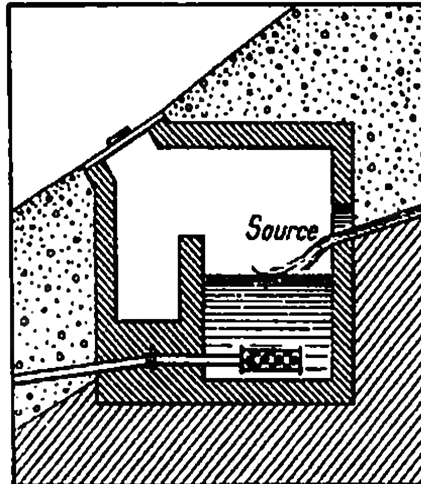
L'eau naturelle contient des matières solides en dissolution.



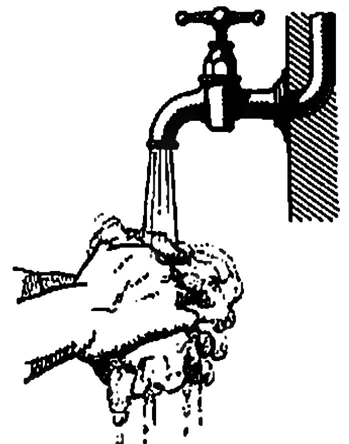
L'eau naturelle contient de l'air dissous.



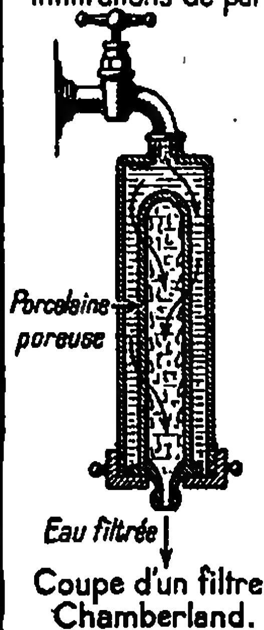
L'eau du puits contaminée par des infiltrations de purin est dangereuse.



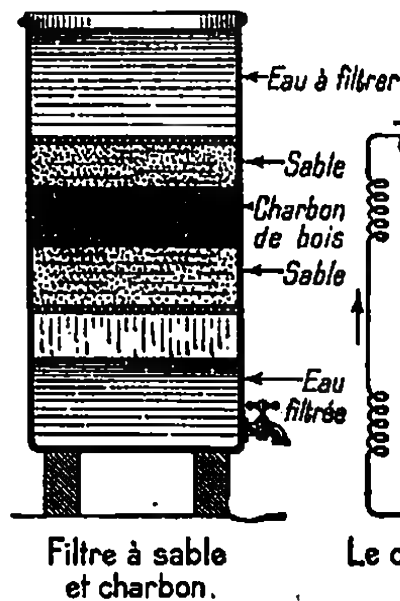
Captation d'une source.



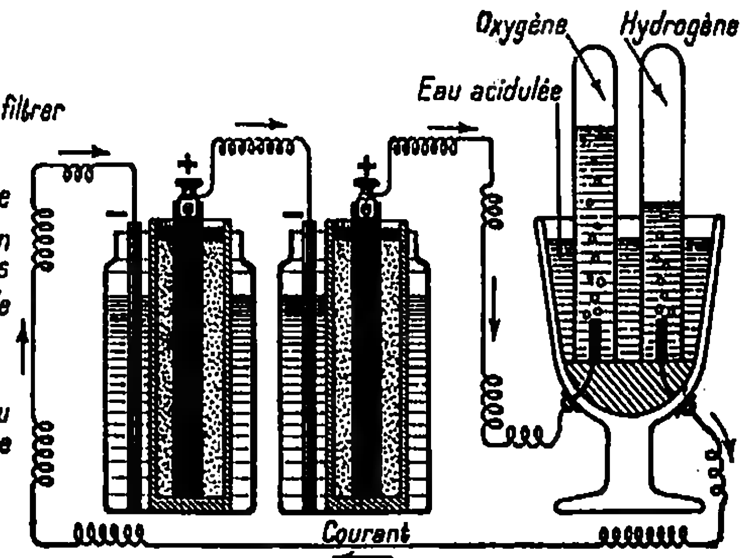
L'eau potable fait bien mousser le savon.



Coupe d'un filtre Chamberland.



Filtre à sable et charbon.



Le courant électrique décompose l'eau en deux gaz : l'hydrogène et l'oxygène.

I. — Les trois états de l'eau.

L'eau à l'état *liquide* couvre les 3/4 de la surface du globe. La neige, la glace sont de l'eau *solide*. L'air contient toujours de la *vapeur d'eau*.

II. — Les eaux naturelles.

On appelle *eaux naturelles*, les eaux qui circulent à la surface ou à l'intérieur du sol. Elles forment des nappes souterraines qui alimentent les sources et les puits.

Les eaux naturelles contiennent en dissolution des matières solides (calcaire, gypse, sel marin) et des gaz (oxygène, gaz carbonique). Elles renferment aussi, souvent, des microbes dangereux qui proviennent de matières en décomposition.

III. — Les eaux potables.

On appelle *eau potable*, celle que l'homme peut boire sans aucun danger pour sa santé.

Qualités d'une eau potable. — Une eau potable ne contient pas de microbes dangereux. Elle renferme en dissolution des sels minéraux, mais en petite quantité (moins de 0 g, 5 par litre). Elle est aérée, limpide, fraîche, sans odeur.

Moyens de rendre une eau potable. — Dans les villes, on purifie l'eau dans des bassins filtrants et on ajoute parfois une petite quantité d'eau de Javel qui tue les germes. A domicile, si la pureté de l'eau est douteuse, on la fait bouillir ou on utilise le filtre Chamberland.

IV. — L'eau pure.

Pour obtenir de l'*eau parfaitement pure*, c'est-à-dire la séparer de tout ce qu'elle contient, on la transforme en vapeur et on condense ensuite cette vapeur : c'est la *distillation*. L'eau distillée ne contient plus aucune substance solide en dissolution, plus aucun microbe.

V. — Composition de l'eau.

EXPÉRIENCE. — Versons dans un *voltamètre* de l'eau additionnée d'un peu de soude, et faisons passer le courant. Deux gaz se dégagent ; recueillons-les. L'un rallume une allumette ne présentant plus qu'un point rouge : c'est *l'oxygène*. L'autre brûle avec une flamme pâle et les parois de l'éprouvette se couvrent de buée : ce gaz est *l'hydrogène*.

CONCLUSIONS : 1° *Le courant électrique décompose l'eau en deux gaz : l'hydrogène et l'oxygène.*

2° *L'hydrogène, en se combinant à l'oxygène, redonne de l'eau.*

L'eau est donc une combinaison d'hydrogène et d'oxygène. *Elle contient* 2 *volumes d'hydrogène pour* 1 *volume d'oxygène.*

Exercices oraux ou écrits.

1° *Pourquoi lave-t-on une plaie à l'eau bouillie ? L'eau bouillie est-elle bonne à boire ? Pourquoi ? Quelles différences y a-t-il entre l'eau distillée et l'eau bouillie ?* (C. E. Haute-Saône.) — 2° *Quelle différence faites-vous entre l'eau potable et l'eau distillée ? L'eau distillée est-elle potable et pourquoi ? En connaissez-vous quelques usages ?* (C. E. Meuse.) — 3° *Pourquoi le puits doit-il être éloigné des écuries et des fosses à purin ?* (C. E. Orne.) — 4° *L'eau de mer est-elle une eau potable ? Pourquoi ?*

21. — L'HYDROGÈNE

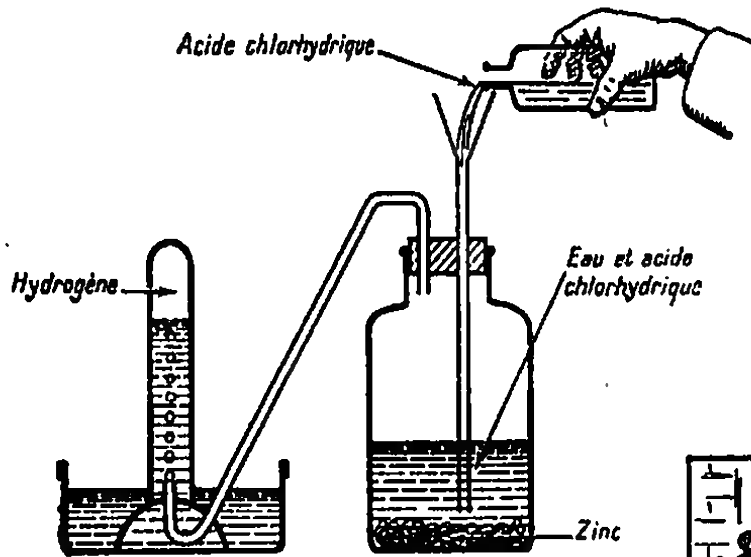


Fig.1. Préparation de l'hydrogène.

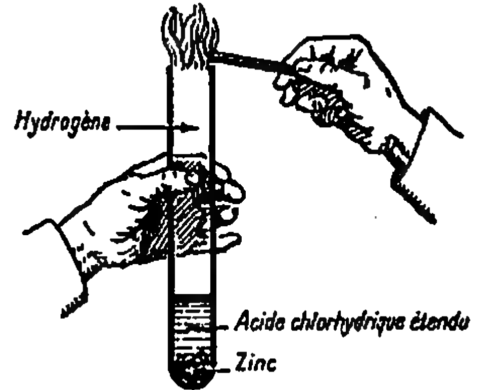


Fig.2. L'hydrogène est un gaz combustible.

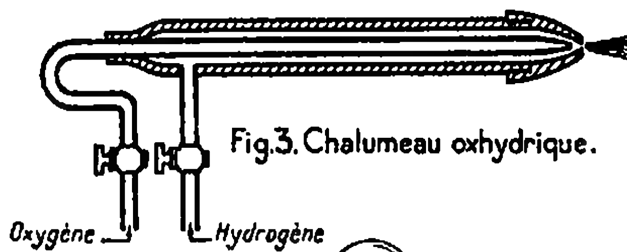
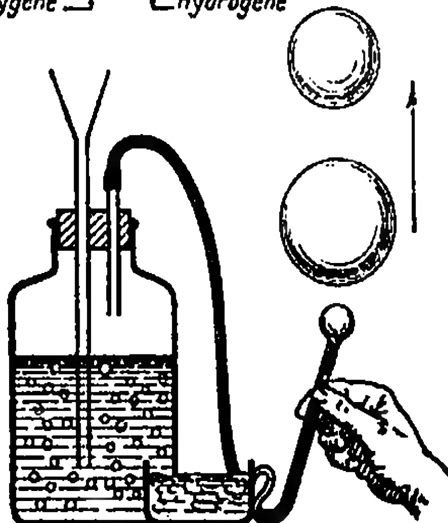


Fig.3. Chalumeau oxhydrique.


Fig.4. La flamme très chaude du chalumeau permet de fondre et de découper les métaux.


Fig.5. Les bulles de savon gonflées à l'hydrogène s'élèvent dans l'air.

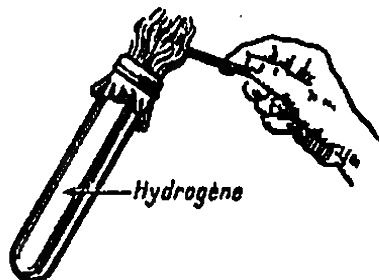
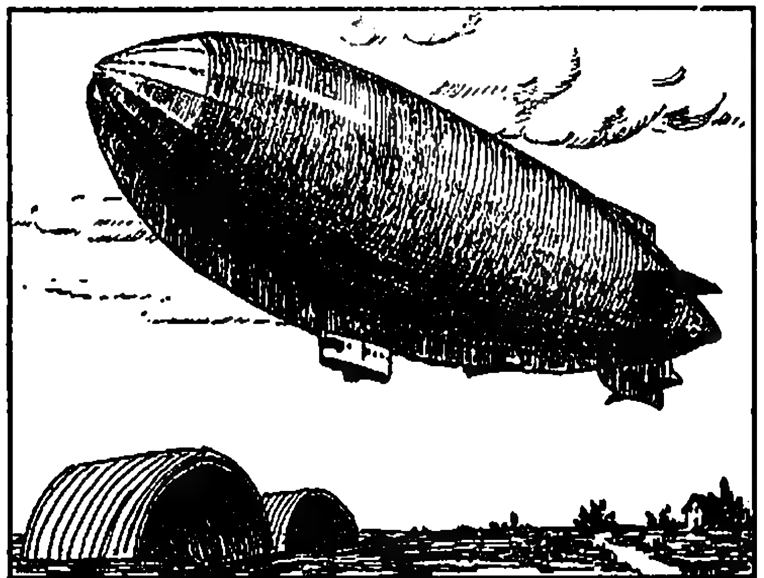


Fig.6. L'hydrogène a traversé la feuille de buvard.


Fig.7. Ballon dirigeable gonflé à l'hydrogène.

I. — Préparations.

On obtient l'hydrogène en versant de l'acide chlorhydrique (esprit de sel) sur du zinc. On recueille ce gaz dans des éprouvettes retournées sur la cuve à eau (fig. 1).

Dans l'industrie, on décompose par le courant électrique, l'eau rendue conductrice par la soude.

II. — Propriétés et usages.

1o **L'hydrogène est un gaz combustible.** *Lorsqu'il brûle, il se combine à l'oxygène de l'air : on obtient de la vapeur d'eau.*

Expérience. — Si l'on approche une allumette d'une éprouvette remplie d'hydrogène, celui-ci brûle avec une flamme pâle. Les parois intérieures de l'éprouvette se couvrent de buée (fig. 2).

La combustion de l'hydrogène produit beaucoup de chaleur. Avec le *chalumeau*, où l'on fait brûler de l'hydrogène dans l'oxygène pur, on peut atteindre la température de 2.000o. On se sert du chalumeau dans la soudure autogène des métaux (fig. 3 et 4).

La chaleur produite par la combustion du *gaz d'éclairage* est due en grande partie à l'hydrogène qu'il contient. Il en renferme 50 %.

La combustion de l'hydrogène est parfois si violente qu'elle se produit avec explosion : *l'hydrogène forme avec l'air un mélange détonant.*

2o **L'hydrogène est le plus léger des gaz.** Il est environ 15 fois plus léger que l'air.

Expérience. — Si nous plongeons l'extrémité du tube à dégagement d'un appareil à hydrogène dans de l'eau de savon, les bulles qui se forment s'élèvent rapidement dans l'air. On utilise l'hydrogène pour gonfler les ballons libres ou dirigeables (fig. 5 et 7).

3o **L'hydrogène traverse facilement les corps poreux et les membranes.**

Expérience. — Fermons avec un buvard l'ouverture d'une éprouvette pleine d'hydrogène. Approchons une allumette, le gaz s'enflamme (fig. 6).

Exercices oraux ou écrits.

1o *Pourquoi, dans l'expérience de la figure 5, y aurait-il danger à enflammer les bulles d'hydrogène avant qu'elles se soient détachées du tube ? — 2o La figure 3 représente un chalumeau. L'oxygène arrive par le tube central. Pourquoi cela ? Pourquoi le chalumeau fonctionne-t-il même sous l'eau ? — 3o Le charbon au rouge décompose l'eau. Comprenez-vous pourquoi le forgeron utilise de la houille humide ? pourquoi le chauffeur, sur sa locomotive, arrose son charbon ? — 4o Il y a un grand danger à approcher une flamme d'un ballon gonflé à l'hydrogène. Pourquoi ? — 5o Comment faut-il procéder pour faire passer l'hydrogène d'une éprouvette dans une autre ?*

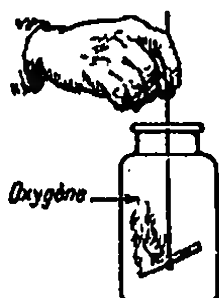


Fig.1. Le fusain brûle avec éclat dans l'oxygène, puis s'éteint.

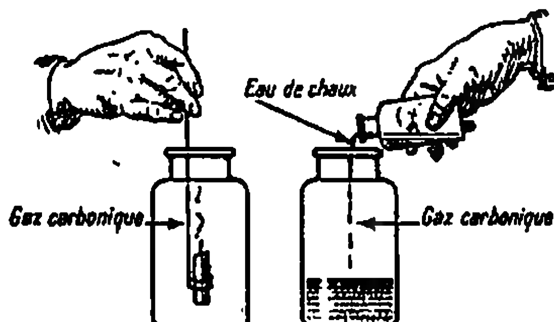


Fig.2 et 3. La combustion du charbon dans l'oxygène a produit du gaz carbonique qui éteint la bougie et trouble l'eau de chaux.



Fig.4. Le gaz carbonique rejeté des poumons et la chaux forment la craie insoluble. C'est une **combinaison.**



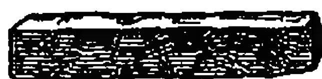


Fig.5. En chauffant le morceau de craie dans le poêle, il perd son gaz carbonique et diminue de poids. Il reste de la chaux vive. C'est une **décomposition.**

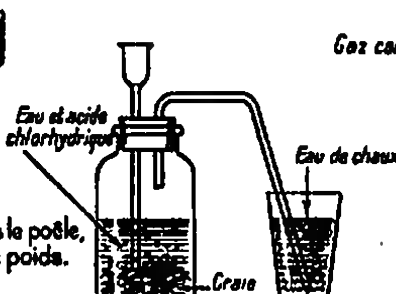


Fig.6. L'acide chlorhydrique attaque la craie. Le gaz carbonique qui se dégage trouble l'eau de chaux.

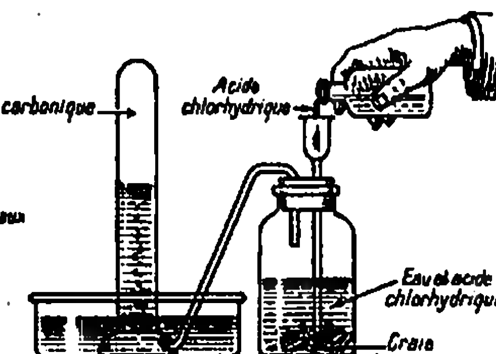


Fig.7. Comment on recueille le gaz carbonique.

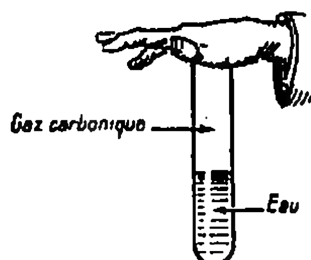


Fig.8. Fermons l'éprouvette avec la paume de la main et agitons. L'éprouvette reste adhérente à la main. Le gaz carbonique s'est dissous dans l'eau.



Fig.9. L'eau de Seltz trouble l'eau de chaux. Elle contient du gaz carbonique dissous.

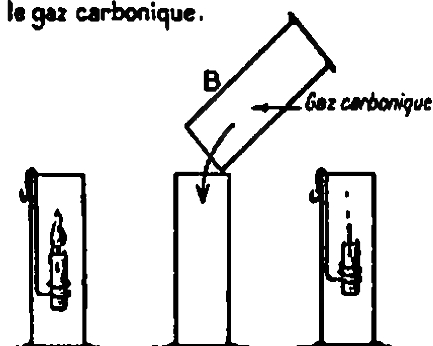


Fig.10. On transvase le gaz carbonique comme un liquide.



Fig.12. Cellier où le vin fermente en dégageant du gaz carbonique. Il y a danger d'asphyxie si la bougie s'éteint.



Fig.13. Grotte du chien.

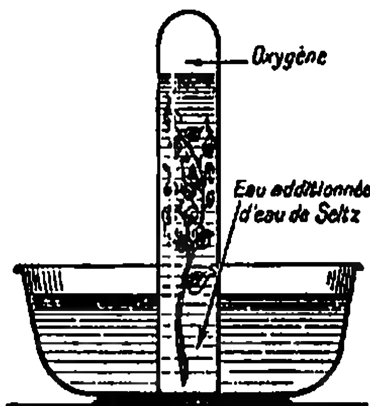


Fig.14. Les plantes pendant le jour absorbent le gaz carbonique. Elles assimilent le carbone et rejettent l'oxygène.

I. — Origines.

La combustion du charbon dans l'oxygène donne un gaz qui n'entretient pas la combustion et qui trouble l'eau de chaux: c'est **le gaz carbonique**. Il résulte de la *combinaison* du *carbone* avec *l'oxygène* (fig. 1, 2, 3).

Le gaz carbonique est produit aussi par la *respiration* (fig. 4), les *fermentations* (fig. 12), la *décomposition des roches calcaires* dans les fours à chaux (fig. 5).

Il s'échappe parfois des fissures du sol, surtout dans les régions volcaniques, dans le Massif Central, par exemple.

II. — Préparation.

On obtient le gaz carbonique en versant un acide sur de la craie. On recueille le gaz dans des éprouvettes retournées sur une cuve contenant de l'eau (fig. 7).

III. — Propriétés du gaz carbonique.

1° Le gaz carbonique n'a ni *odeur*, ni *couleur*.

2° **Il est soluble dans l'eau** (fig. 8). L'eau de Seltz, la limonade contiennent du gaz carbonique dissous (fig. 9).

3° **Le gaz carbonique n'entretient ni la combustion, ni la respiration.** Il y a donc des dangers d'asphyxie dans les celliers où l'on fabrique les boissons fermentées. Pour la même raison, il est nécessaire d'aérer les appartements.

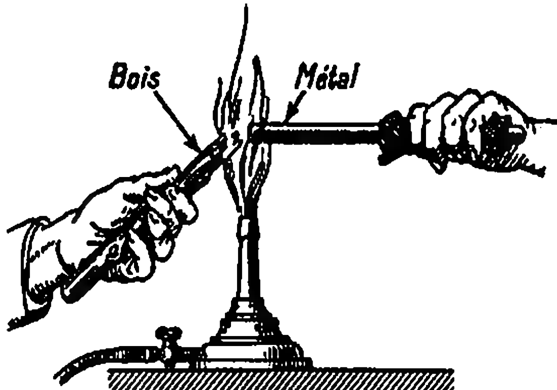
4° **Il est plus lourd que l'air.** On peut transvaser le gaz carbonique comme un liquide (fig. 10). Dans la grotte du chien, à Naples, le gaz carbonique s'étend à la surface du sol ; un chien meurt asphyxié, alors que l'homme respire sans être incommodé.

IV. — La proportion de gaz carbonique dans l'air est invariable.

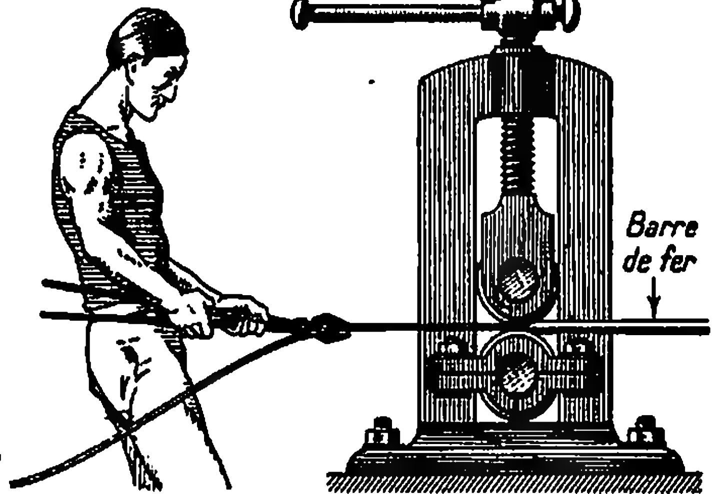
Les plantes, pendant le jour, absorbent le gaz carbonique ; elles assimilent le carbone et rejettent l'oxygène.

Exercices oraux ou écrits.

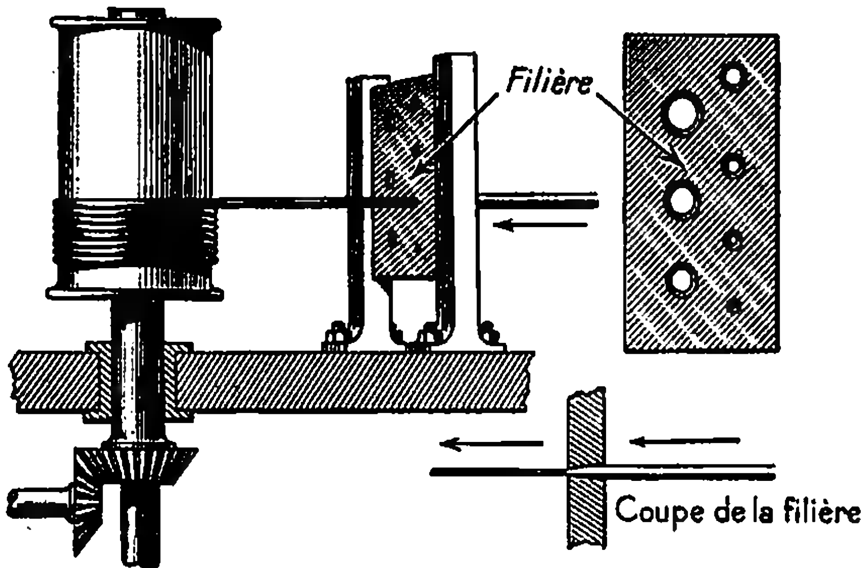
1° *Le bois, le sucre, le papier, en brûlant, donnent du gaz carbonique. Que peut-on en conclure relativement à leur constitution ?* — 2° *Danger du gaz carbonique ; circonstances dans lesquelles il s'en forme ; comment on reconnaît sa présence.* (C. E. Gard.) — 3° *Montrez par des observations et une expérience que le gaz carbonique est soluble dans l'eau.* — 4° *Pourquoi l'air contient-il toujours la même proportion d'oxygène et de gaz carbonique ?*



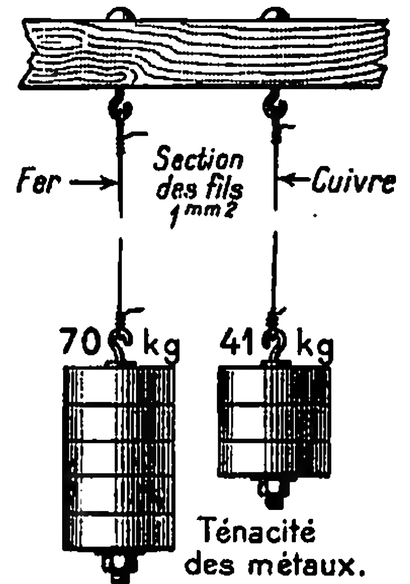
La chaleur ne se propage pas à travers le bois mais seulement à travers le métal.



Le laminoir réduit l'épaisseur de la barre de fer. *(Les métaux sont malléables).*

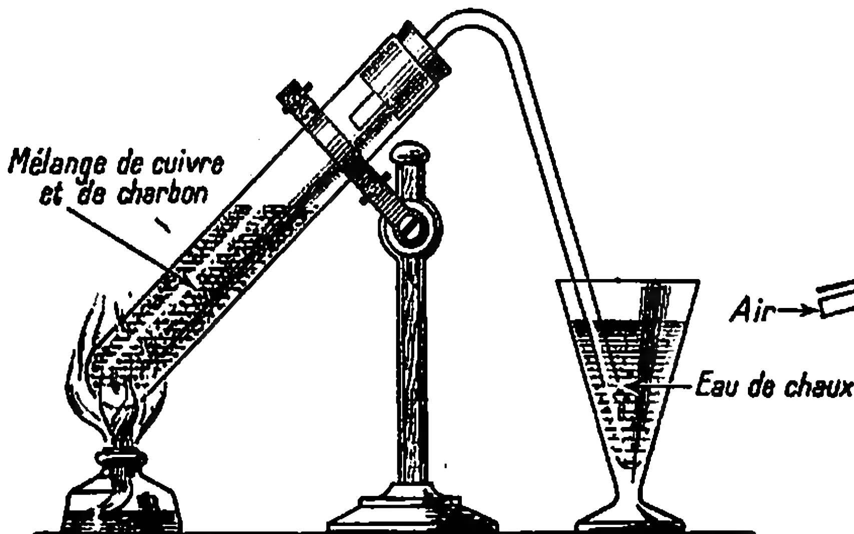


Les métaux peuvent être étirés en fils en les faisant passer à travers les trous d'une filière. *(Les métaux sont ductiles).*

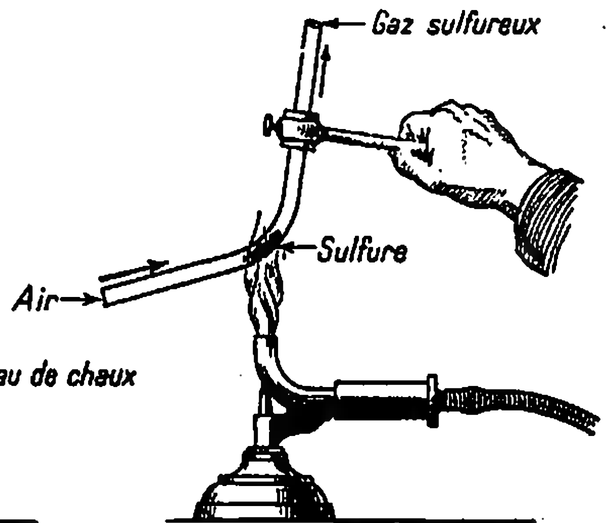


Ténacité des métaux.

Il faut un poids de 70 kg pour rompre le fil de fer et de 41 kg pour rompre le fil de cuivre.



Réduction de l'oxyde de cuivre par le charbon.



Grillage d'un sulfure.

I. — Propriétés générales des métaux.

Excepté le mercure, tous les métaux sont *solides* à la température ordinaire. Ils ont un *éclat métallique.* Ils sont *bons conducteurs de la chaleur et de l'électricité.*

Tous les métaux usuels sont :

1° **Malléables :** on peut les transformer en feuilles minces sous l'action du marteau ou du laminoir.

2° **Ductiles** . on peut les étirer en fils à l'aide de filières.

3° **Tenaces :** ils peuvent supporter des poids lourds sans se rompre. Il faut un poids de 70 kg pour rompre un fil de fer de 1 mm^2 de section.

Tous les métaux, sauf l'or, l'argent et le platine, s'altèrent dans l'air en se combinant avec l'oxygène. On dit qu'*ils s'oxydent.*

II. — État naturel des métaux.

A part quelques métaux comme l'or et le platine, qui existent à l'état pur, les métaux se trouvent dans le sol combinés soit avec l'oxygène (*oxydes*), soit avec le gaz carbonique (*carbonates*), soit encore avec le soufre (*sulfures*). Ces composés, mélangés à des matières terreuses, constituent les **minerais.**

III. — Principe de la métallurgie des métaux usuels.

La métallurgie est l'art d'extraire les métaux de leurs minerais.

1° On commence par *séparer les matières terreuses* du minerai par des *broyages* et des *lavages.*

2° *On réduit l'oxyde à l'état de métal pur en le chauffant avec du charbon* (*corps réducteur*). Le charbon se combine avec l'oxygène de l'oxyde, et le métal est isolé.

Expérience. — Dans un tube à essais, on chauffe un mélange de charbon et d'oxyde de cuivre. On recueille des parcelles de cuivre. Le gaz carbonique qui s'échappe trouble l'eau de chaux.

3° Si le minerai est un *carbonate,* on le chauffe d'abord pour chasser le gaz carbonique. Il reste un oxyde qu'on réduit par le charbon.

4° Si le minerai est un *sulfure,* on le grille d'abord dans un courant d'air. Le soufre brûle. Il reste un oxyde qu'on réduit par le charbon.

Exercices oraux ou écrits.

1° *En quoi consiste l'oxydation d'un métal ? Donnez des exemples. Comment préserve-t-on un métal de l'oxydation ? Connaissez-vous des métaux qui ne s'oxydent pas ?* — 2° *Quels sont les principaux minerais ?* — 3° *Par quels procédés extrait-on les métaux des minerais ?*

24. — LE FER, LA FONTE, L'ACIER

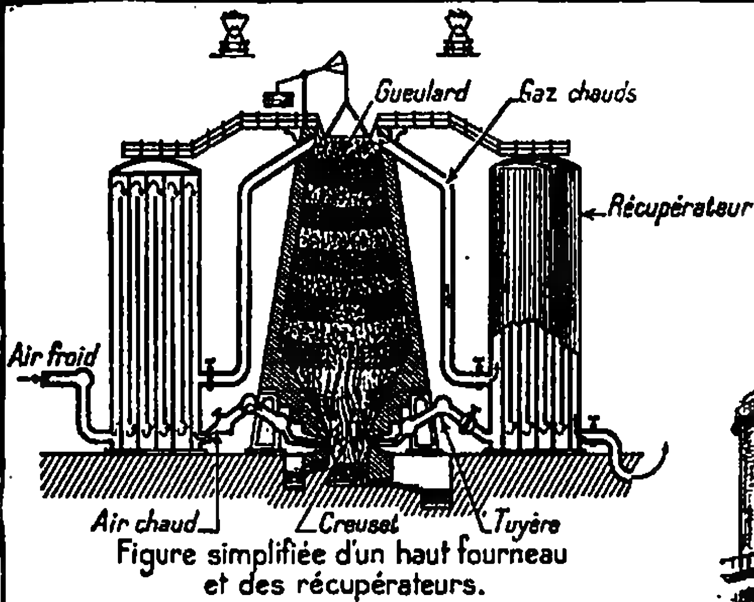
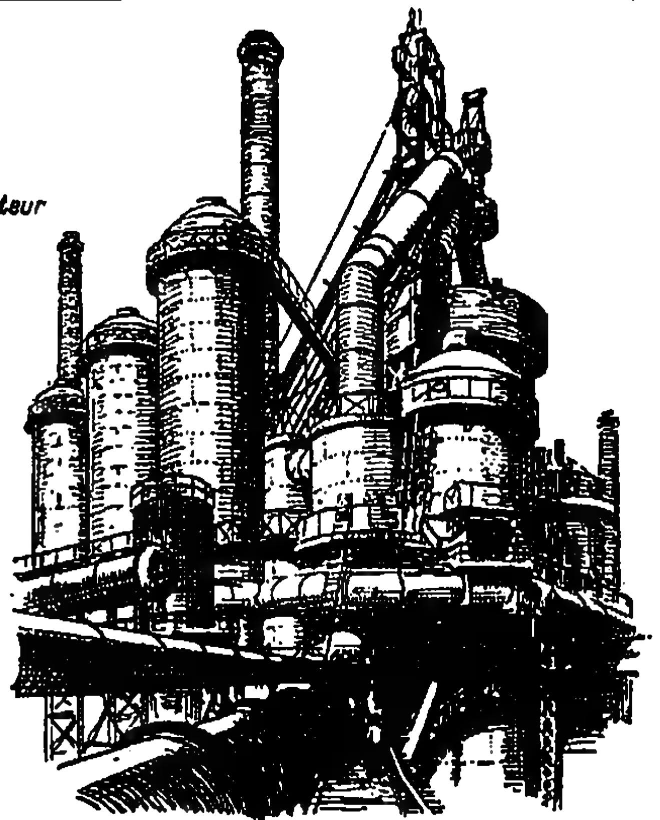
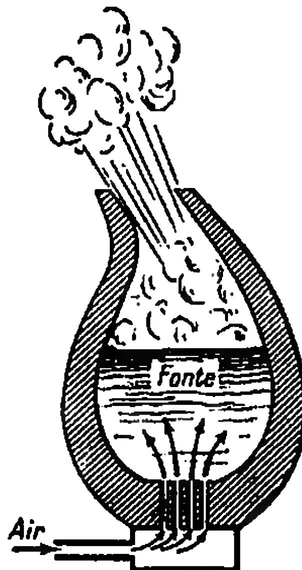


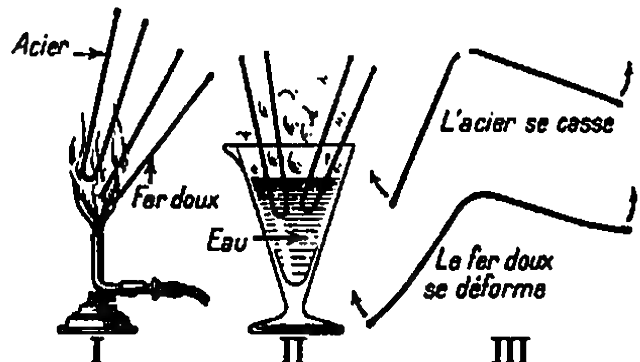
Figure simplifiée d'un haut fourneau et des récupérateurs.


Installation gigantesque d'un haut fourneau.

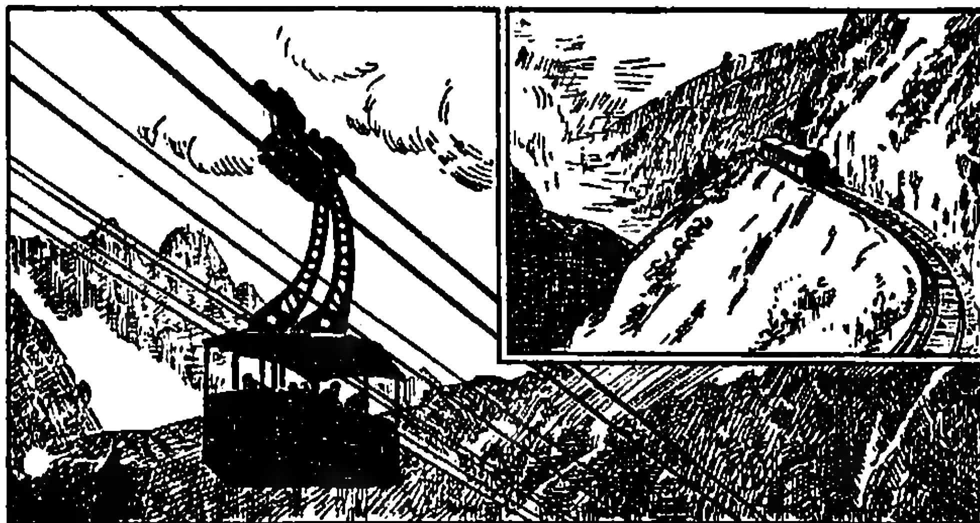

Convertisseur Bessemer en action.



Coupe simplifiée d'un convertisseur.



L'acier trempé devient cassant.


Les cables d'un téléphérique, les rails de chemin de fer sont en acier.


On repeint la grille pour l'empêcher de rouiller.

LE FER, LA FONTE, L'ACIER

I. — Principe de la métallurgie du fer.

Le principal minerai de fer est de l'*oxyde de fer*, mélangé à des matières terreuses la *gangue*. Pour extraire le fer, le minerai, d'abord concassé et lavé, est placé dans un *haut fourneau*, mélangé à du charbon. Lorsque le haut fourneau fonctionne, une partie du charbon brûle. L'autre se combine à l'oxygène de l'oxyde, et le fer est isolé. Mais la température atteinte à l'intérieur du haut fourneau étant supérieure à la température de fusion du fer, ce dernier fond et une petite quantité de charbon (2 à 5 %) se mélange au fer. Il se produit de la **fonte**, qu'on recueille à la partie inférieure du haut fourneau.

Pour avoir de l'**acier** (0,5 à 1,5 p. 100 de charbon), on débarrasse la fonte d'une partie du charbon qu'elle contient. Le **fer** s'obtient en enlevant tout le charbon. Ces opérations peuvent se faire dans un *convertisseur*, où la fonte en fusion est traversée par un vif courant d'air qui fait brûler le charbon.

II. — Propriétés et applications du fer.

Toute l'importance du fer résulte des deux propriétés qui suivent :

1° **Le fer porté au rouge peut se souder à lui-même et se déformer sous le marteau :** on peut alors lui faire prendre toutes les formes désirables.

2° **Le fer pur, ou fer doux, peut s'aimanter temporairement.** On l'emploie dans la construction de nombreuses machines électriques (électro-aimants, dynamos, etc.).

III. — Propriétés et usages de la fonte.

La fonte grise fond vers 1.100° ou 1.200° et donne un liquide parfaitement fluide, capable de pénétrer dans tous les détails d'un moule. Aussi l'emploie-t-on dans le moulage des objets qui ne sont pas exposés aux chocs (grilles, poêles, marmites, etc.). *La fonte est en effet très cassante.*

IV. — Propriétés et usages de l'acier.

L'acier possède la propriété de pouvoir être *trempé* : si on le porte au rouge et si on le refroidit brusquement en le plongeant dans l'eau froide, il devient *dur, élastique et cassant.* On peut lui faire perdre sa fragilité par le *recuit :* pour cela, il suffit de le chauffer modérément (150 à 300°) et de le laisser refroidir lentement.

On fait avec l'acier des armes, des outils, des ressorts, etc....

V. — Le fer, la fonte et l'acier s'altèrent lentement dans l'air (rouille).

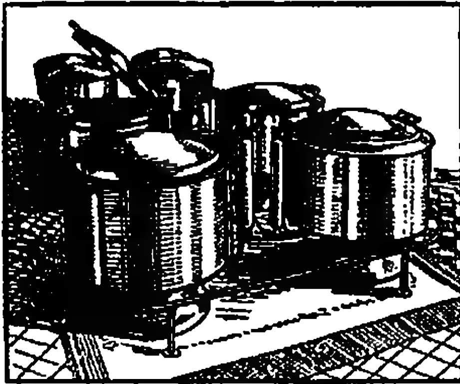
Pour préserver le fer de l'oxydation, on le recouvre d'une couche d'étain (fer étamé) *ou de zinc* (fer galvanisé) *ou de plusieurs couches de peinture à l'huile.*

La fonte peut être émaillée et les pièces en acier sont soigneusement graissées.

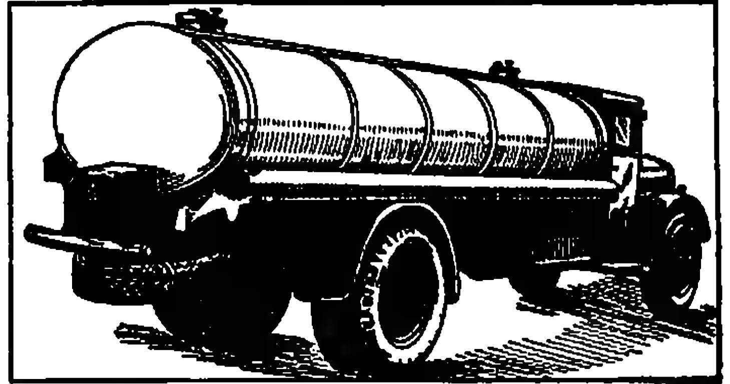
Exercices oraux ou écrits.

1° *Pourquoi fait-on les câbles des puits de mine, des téléphériques, des ponts suspendus avec des fils d'acier tordus ensemble ? Cherchez quelles sont les causes qui pourraient amener leur rupture. Comment les évite-t-on ?* — 2° *Citez des objets en fer, en fonte, en acier. Justifiez le choix de la substance employée dans chaque cas.* — 3° *En quoi consiste l'oxydation du fer ? Divers moyens de préserver ce métal de cette altération. Donnez des exemples.* — 4° *Qu'arrive-t-il lorsque l'émail se détache d'un ustensile de cuisine en fer émaillé ?*

25. — LES AUTRES MÉTAUX



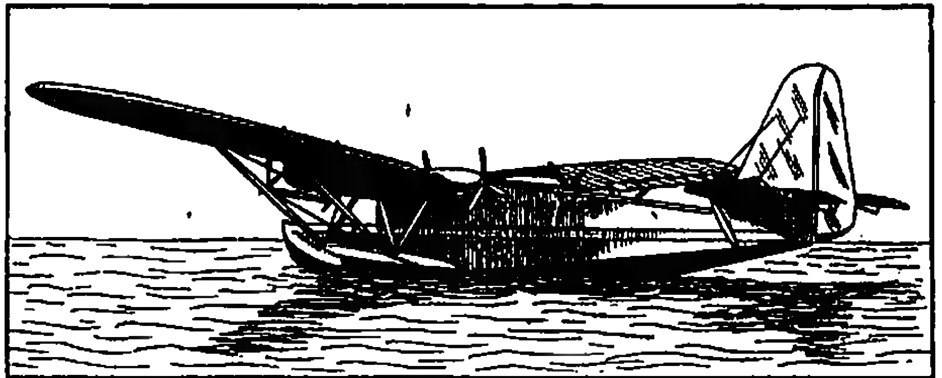
Bassines en aluminium des cuisines d'un hôpital de Paris.



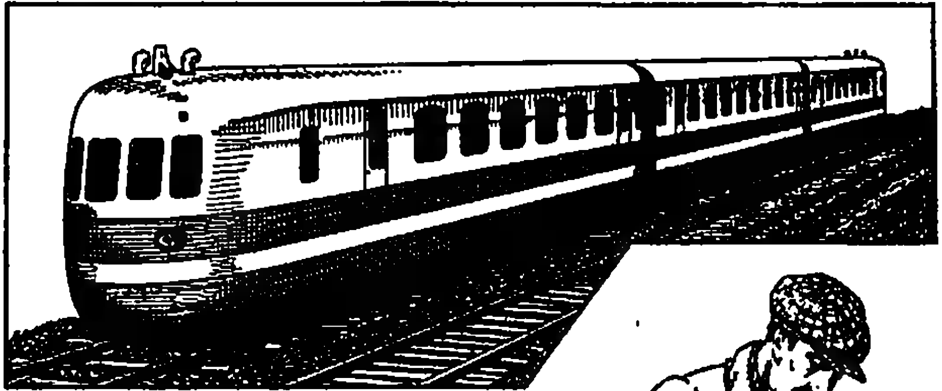
Citerne en aluminium.



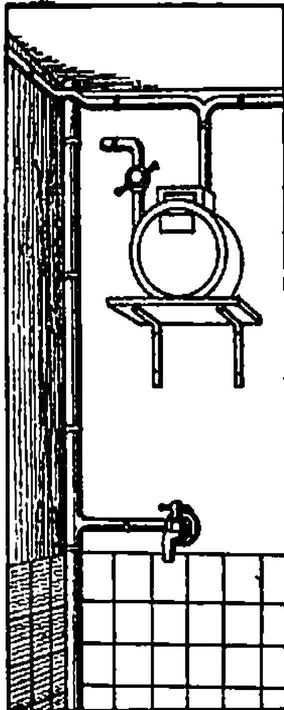
Câble aluminium-acier *(7 brins d'acier et 30 brins d'aluminium).*



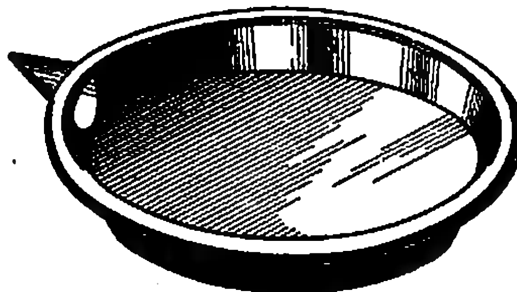
Un grand hydravion.
Il comporte 10 tonnes de duralumin pour un poids à vide de 17 tonnes.



Automotrice de la Cie Franco-Belge construite presque entièrement en duralumin.



Conduites d'eau et de gaz en plomb.



Tub de toilette en zinc.



Soudure à l'étain.

I. — Le cuivre.

La teinte rouge de ce métal permet de le reconnaître immédiatement. Le cuivre est un métal *malléable, ductile, très bon conducteur de la chaleur et de l'électricité,* d'où son emploi dans la fabrication d'ustensiles de cuisine, de chaudières, d'alambics et de fils qui servent à conduire le courant. Il s'altère à l'air et se recouvre de *vert-de-gris,* qui est un poison.

Principaux alliages. — Le **laiton** ou **cuivre jaune,** alliage de cuivre et de zinc, se moule facilement. Le **bronze,** constitué par du cuivre, du zinc, et de l'étain, est utilisé dans la fabrication des cloches à cause de sa belle sonorité. Le **maillechort** est un alliage de cuivre, de zinc et de nickel. Il est blanc, *inaltérable,* et sert à faire des couverts, des compas et des réflecteurs.

II. — L'aluminium.

Inaltérable à l'air, l'aluminium est également remarquable par les deux propriétés suivantes qui justifient la presque totalité de ses usages.

1° **Il est léger.** Sa densité est 2,7. Aussi intervient-il dans l'équipement du soldat, du touriste et de l'explorateur.

2° **Il est très bon conducteur de la chaleur et de l'électricité.** On en fait des batteries de cuisine, des alambics et des câbles qui servent au transport du courant.

Le **duralumin,** alliage d'aluminium et de cuivre, est *léger* et *résistant.* On l'utilise dans la construction des avions, des nacelles de dirigeables, des carrosseries d'automobiles, des tabliers de ponts métalliques, etc....

III. — Le zinc.

Le zinc est *malléable* et *ductile, inaltérable* à l'air. On fabrique avec le zinc des : seaux, des baignoires, des gouttières, des couvertures de toits. Il sert aussi à recouvrir le fer (*fer galvanisé*).

IV. — Le plomb.

Le plomb est un métal *lourd* (1 décimètre cube de plomb pèse 11 kg, 4), *mou* et facilement *fusible.* On en fait des tuyaux pour l'eau et le gaz, et des grains pour les fusils de chasse.

V. — L'étain.

L'étain est *inaltérable* à l'air et il *fond facilement,* d'où son emploi pour la soudure et l'étamage du fer et du cuivre. Réduit en feuilles très minces, il sert à envelopper diverses substances alimentaires, comme le chocolat.

Exercices oraux ou écrits.

1° *A quelles qualités l'aluminium doit-il son emploi de plus en plus répandu ?* (C. E. Ille-et-Vilaine.) — 2° *Quels sont les métaux employés dans la fabrication des ustensiles de ménage ? Dites leurs avantages et leurs inconvénients.* (C. E. Ardennes.) — 3° *Pourquoi fait-on gouttières, seaux et baignoires en zinc plutôt qu'en fer ?* (C. E. Creuse.)

26. — LE SEL MARIN OU CHLORURE DE SODIUM
L'ACIDE CHLORHYDRIQUE — LES ACIDES

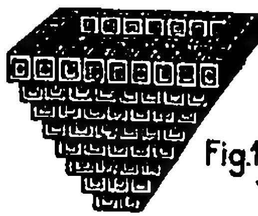


Fig.1 Cristaux de sel marin formant une trémie.

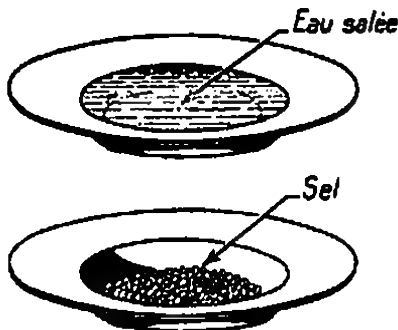


Fig.2 L'eau s'est évaporée. Il reste le sel.

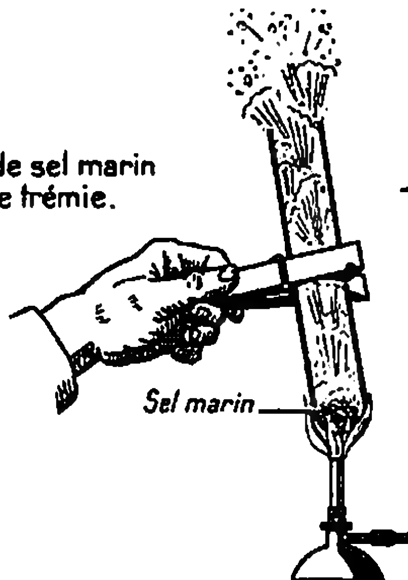


Fig.3. Chauffé, le sel marin décrépite.

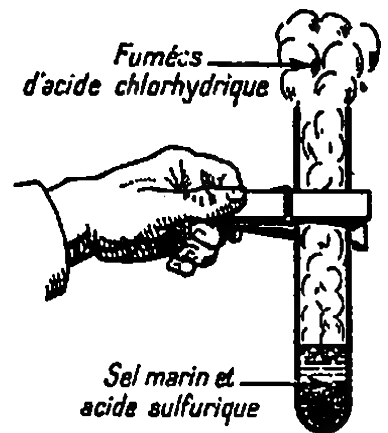


Fig.4. Préparation de l'acide chlorhydrique.



Fig.5. Le sel conserve les matières alimentaires.





Fig.6 et 7. A partir du sel marin, l'industrie chimique prépare les cristaux des ménagères et l'eau de Javel.



Fig.8. Récolte du sel.

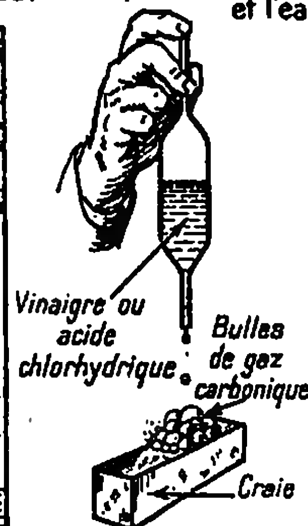


Fig.9. Les acides font effervescence avec les calcaires.

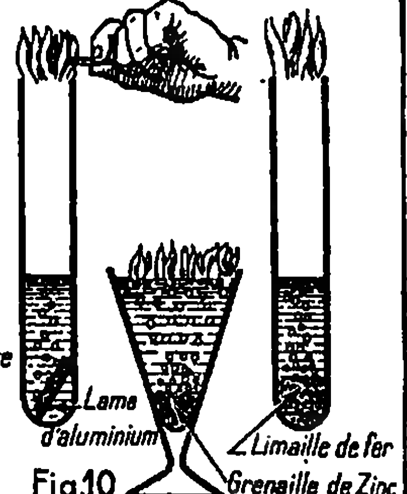


Fig.10 Les acides attaquent les métaux. En général, il se dégage de l'hydrogène.

LE SEL MARIN OU CHLORURE DE SODIUM
L'ACIDE CHLORHYDRIQUE — LES ACIDES

I. — Propriétés du chlorure de sodium.

1° Le sel marin est un corps solide, transparent, de saveur salée. ***Il est très soluble dans l'eau.*** L'eau de mer renferme en moyenne 25 g de sel par litre.

2° ***Jeté sur le feu, le sel décrépite.*** Cela est dû à l'eau emprisonnée entre les cristaux. Celle-ci, brusquement vaporisée, projette les cristaux de sel dans toutes les directions.

3° Si nous chauffons légèrement un tube à essais contenant quelques grains de sel et un peu d'acide sulfurique, il se dégage des vapeurs d'*acide chlorhydrique*, ou *esprit de sel*, qui rougissent le papier bleu de tournesol. C'est ainsi que l'on prépare l'acide chlorhydrique dans l'industrie.

II. — Usages.

Le sel est indispensable à l'alimentation de l'homme. De plus, ses propriétés antiseptiques le font utiliser pour conserver la viande, les poissons, le beurre. Les animaux eux-mêmes sont friands de sel.

A partir du chlorure de sodium, l'industrie chimique prépare : l'*acide chlorhydrique*, l'*eau de Javel*, les *cristaux des ménagères ;* d'où la nécessité d'avoir de grosses quantités de sel.

III. — Extraction.

1° On extrait le sel de l'eau de mer en la faisant évaporer dans des marais salants.

2° On trouve aussi le sel à l'intérieur du sol sous la forme d'une roche plus ou moins pure, le **sel gemme.** Son extraction se fait comme celle des pierres d'une carrière ou celle de la houille dans une mine.

LES ACIDES

Les acides sont caractérisés par les propriétés suivantes :

1° **En solution étendue, ils ont une saveur aigrelette.**

2° **Ils font effervescence avec les calcaires.**

3° **Ils attaquent les métaux.**

4° **Ils colorent en rouge le tournesol.**

Les principaux acides sont : l'**acide chlorhydrique** ou *esprit de sel*, l'**acide sulfurique** ou *vitriol*, l'**acide azotique** ou *eau-forte.* Tous ces acides sont dangereux.

Le vinaigre, le citron et d'autres fruits, contiennent aussi des acides.

Exercices oraux ou écrits.

1° L'eau de la mer Baltique contient en moyenne 5 g de sel par litre, celle de la Méditerranée 36 g, celle de la mer Morte 220 g. D'où viennent ces différences ? — 2° Quelle explication peut-on donner de la présence de sel gemme à l'intérieur du sol ? — 3° Pourquoi sale-t-on souvent le porc, la morue ? — 4° Que s'est-il passé devant vous quand on a versé de l'acide sulfurique sur du sel ?

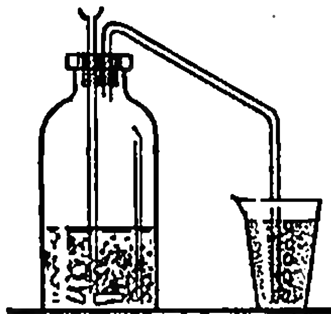


Fig. 1. La craie fait effervescence avec un acide. Le gaz carbonique qui se dégage trouble l'eau de chaux.

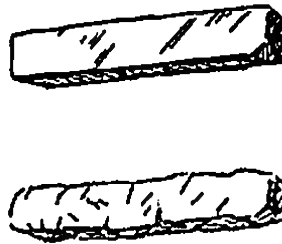


Fig. 2. La craie cuite perd son gaz carbonique et devient de la chaux.

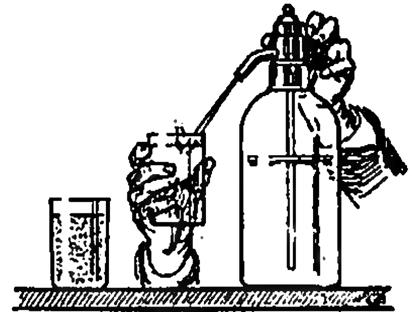


Fig. 3. L'eau de Seltz trouble d'abord l'eau de chaux *(formation de craie insoluble)*.
Ensuite, elle la rend limpide *(l'eau chargée de gaz carbonique a dissous la craie)*.

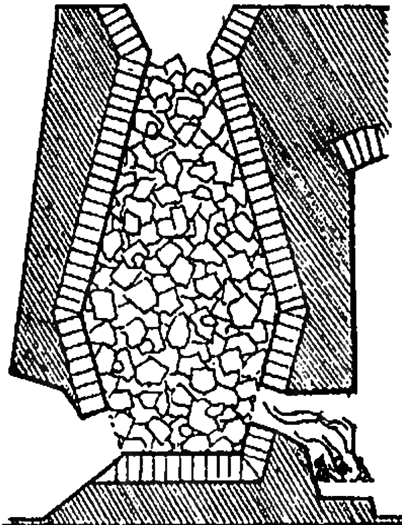


Fig. 4. Four à chaux.
On prépare la chaux en décomposant le calcaire par la chaleur dans le four à chaux.



Fig. 5. Formation de stalactites et de stalagmites
Le calcaire se dépose parce que l'eau a perdu son gaz carbonique.



Fig. 6. Le lait de chaux sert à badigeonner les murs et les arbres fruitiers *(La chaux détruit les insectes et les microbes)*.



Fig. 7. En filtrant le lait de chaux, on obtient l'eau de chaux



Fig. 8. La chaux vive mélangée à l'eau se délite. On obtient la chaux éteinte qui sert à préparer le mortier.



Fig. 9. Préparation du béton et construction en ciment armé.

Les marbres, la pierre lithographique, le calcaire grossier ou pierre à bâtir, la craie. sont des **roches calcaires.**

Propriétés des roches calcaires.

1° **Elles font effervescence avec les acides.** — Expérience I. — Versons de l'acide chlorhydrique étendu d'eau sur de la craie ; il y a effervescence et dégagement de gaz carbonique qui trouble l'eau de chaux.

2° **Elles sont décomposées par la chaleur.** — Expérience II. — Chauffons un morceau de craie : du gaz carbonique se dégage et il reste de la chaux vive.

Le calcaire résulte de la combinaison du gaz carbonique avec la chaux.

3° **Les roches calcaires sont insolubles dans l'eau pure, mais solubles dans l'eau chargée de gaz carbonique.**

Expérience. — Soufflons dans l'eau de chaux: elle se trouble d'abord, par suite de la formation de craie insoluble. Puis elle redevient limpide, l'eau chargée de gaz carbonique ayant dissous la craie. Chauffons pour chasser le gaz carbonique: le calcaire se dépose.

Ceci explique la formation des *stalactites* et *stalagmites* dans les grottes, les *dépôts de calcaire* dans les carafes, les casseroles, les chaudières, ainsi que les propriétés des *fontaines pétrifiantes.*

LA CHAUX

I. — Préparation.

1° **On prépare la chaux en décomposant le calcaire par la chaleur dans les fours à chaux.** (Expérience II.)

II. — Propriétés.

La **chaux vive** retirée du four à chaux est *blanche, caustique.* Exposée à l'air ou mélangée à l'eau, la chaux vive se fendille et tombe en poussière; *elle se délite* (**chaux éteinte**). En délayant dans de l'eau la chaux éteinte, on obtient le **lait de chaux** qui sert à badigeonner les murs et les arbres fruitiers (destruction des insectes et des microbes). En filtrant le lait de chaux, on obtient l'**eau de chaux.**

III. — Usages.

La chaux est employée comme *amendement* et surtout pour fabriquer les *mortiers.*

On distingue : *a*) **Les mortiers aériens** (mélange de chaux, de sable et d'eau) qui durcissent peu à peu à l'air : la chaux se combine avec le gaz carbonique ; elle redevient pierre à chaux.

b) **Les mortiers hydrauliques ou ciments** obtenus en calcinant du calcaire et de l'argile et qui durcissent sous l'eau. (Fondations de maisons, citernes, conduites d'eau.)

Exercices oraux ou écrits.

1° *Sachant que la calcination de 100 g de craie fournit 44 g de gaz carbonique, quelle sera la variation de poids d'un bâton de craie qui pèse 15 g. avant d'être chauffé ? Est-il nécessaire de prendre une balance très sensible pour constater cette diminution de poids ?* — 2° *Comparez la manière dont se forment les stalactites à la manière dont se forment les glaçons qui pendent des toits en hiver.* — 3° *Le calcaire. Les différentes formes sous lesquelles il se présente. Comment peut-on distinguer le calcaire des autres roches ? Que se passe-t-il lorsqu'on le calcine ?* (C. E. Loir-et-Cher.) — 4° *Qu'est-ce que la chaux vive, la chaux éteinte, le lait de chaux, l'eau de chaux, le mortier, le ciment ?* (C. E. Manche.)

28. — SULFATE DE CALCIUM OU GYPSE OU PIERRE A PLATRE

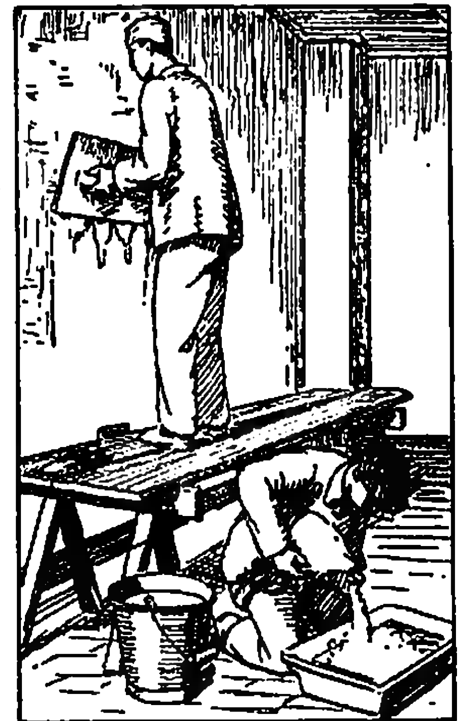


Carrière de gypse (Argenteuil).

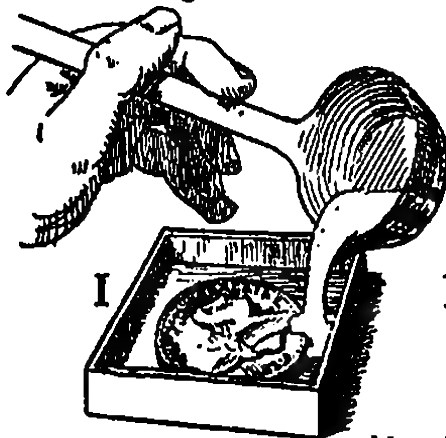


Gypse en fer de lance.

Le gypse chauffé perd son eau et donne du plâtre.



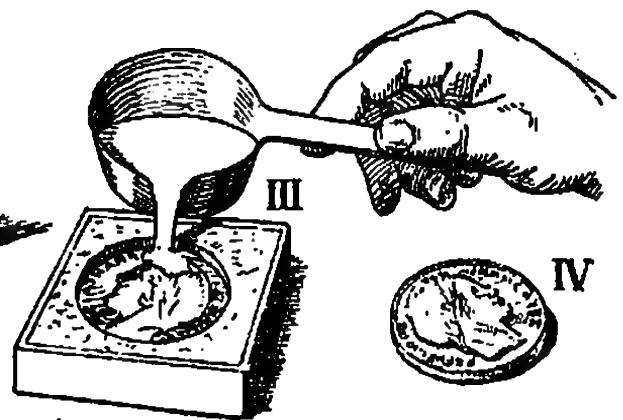
On emploie le plâtre pour revêtir les murs et les plafonds.



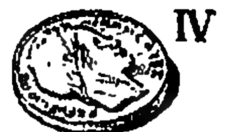
I



II



III



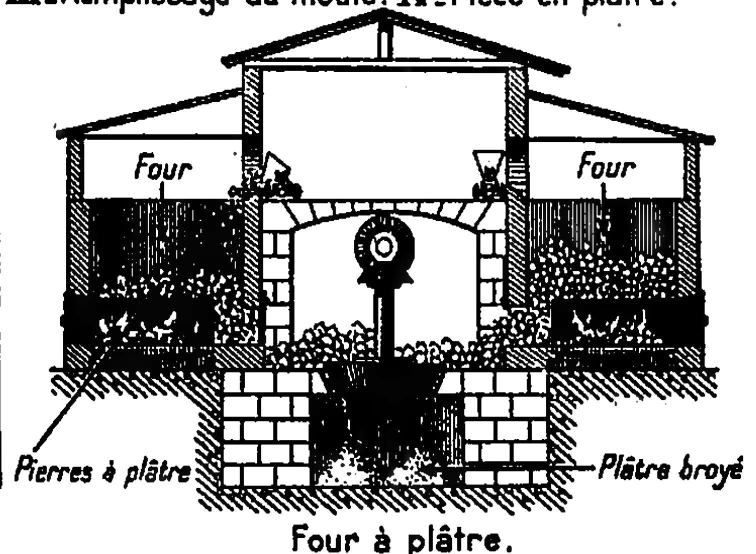
IV

Moulage d'une pièce de monnaie.

I. Moulage de la pièce. II. Démoulage. III. Remplissage du moule. IV. Pièce en plâtre.



Expérience de Franklin.
Le plâtre active la végétation.



Four à plâtre.

I. — État naturel.

Le **gypse** ou **pierre à plâtre** se rencontre en amas considérables dans les environs de Paris (carrières d'Argenteuil).

II. — Propriétés.

Le gypse est parfois cristallisé (*gypse en fer de lance*). On peut alors le diviser en minces lamelles transparentes. *On dit qu'il se clive facilement.*

C'est une *roche peu dure* : on la raye avec l'ongle.

Le gypse est un peu soluble dans l'eau. Un litre d'eau en dissout environ 2 grammes. Les eaux contenant du gypse en dissolution sont impropres au savonnage, à la cuisson des légumes, et nuisibles à la santé (*eaux séléniteuses*).

Action de la chaleur sur le gypse. Le plâtre. *Chauffé, le gypse perd son eau et se transforme en plâtre.*

Expérience. — Chauffons quelques lamelles de gypse dans un tube à essais : elles deviennent blanches, friables et se réduisent facilement en poudre.

Si l'on gâche du plâtre avec de l'eau, on obtient une bouillie qui se solidifie rapidement en augmentant de volume. Le plâtre redevient dur comme la pierre à plâtre : *on dit que le plâtre fait prise.* Cette dernière propriété justifie la plupart des usages du plâtre.

III. — Usages du plâtre.

Dans la construction, on l'emploie pour revêtir les murs et les plafonds. En le délayant dans une dissolution chaude de colle forte, on obtient le **stuc**, qui imite le marbre. On utilise le plâtre pour le **moulage** (reproduction de statues, médailles, objets de porcelaine, etc.).

Enfin il est employé comme **amendement** pour la culture des prairies artificielles et des plantes de la famille des Légumineuses.

IV. — Préparation du plâtre.

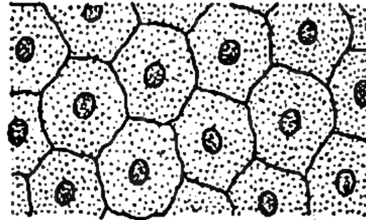
La préparation du plâtre se fait dans les fours à plâtre, où la température ne dépasse pas 150°. Après la cuisson, le plâtre est broyé sous des meules. On doit le conserver à l'abri de l'humidité.

Exercices oraux ou écrits.

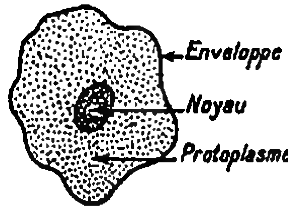
1° *Vous avez déjà vu travailler un plâtrier. Comment opère-t-il ? Pourquoi se dépêche-t-il ?* — 2° *Le plâtre. Quelle roche sert à le préparer ? Comment emploie-t-on le plâtre ? Pour reproduire une médaille, pourquoi en fait-on le moulage en plâtre ?* (C. E. Seine-et-Oise.) — 3° *Qu'appelle-t-on eaux séléniteuses ? Quels défauts présentent-elles ?*



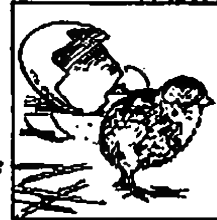
Examen des cellules de nos tissus au microscope.



Tous les êtres vivants sont formés d'éléments microscopiques appelés cellules.



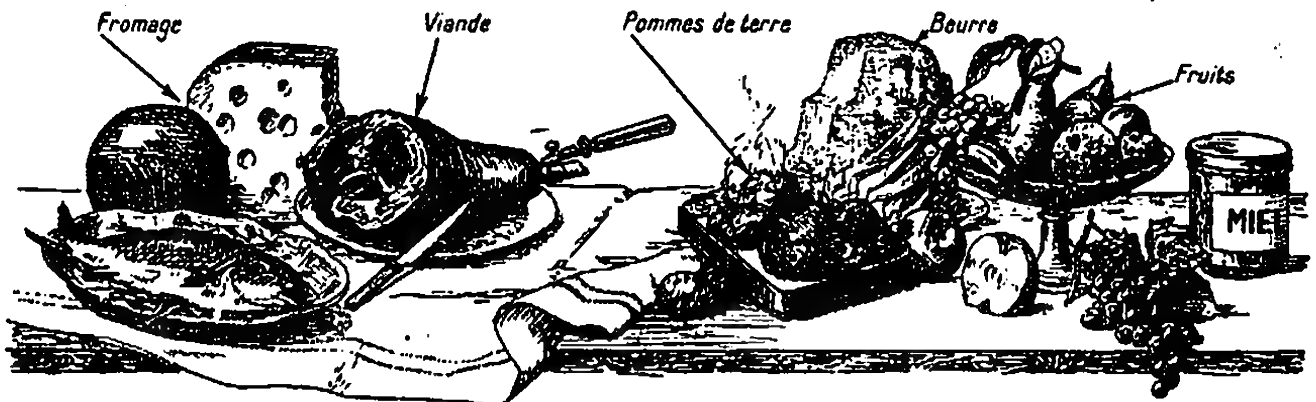
Cellule isolée.



Le poussin a utilisé l'albumine de l'œuf pour former ses organes.



Les Esquimaux se nourrissent de la chair grasse de phoques et de morses qui leur fournit beaucoup de chaleur.

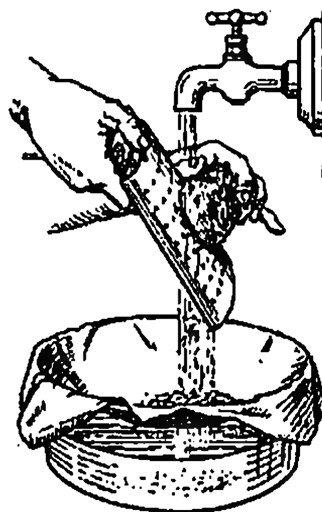


Aliments azotés
(aliments de réparation).

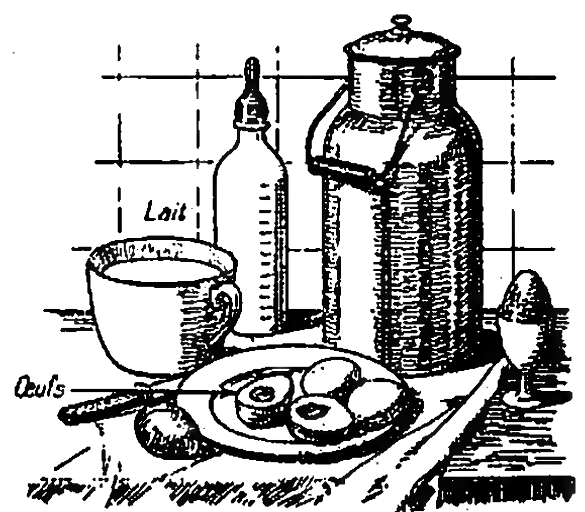
Aliments féculents, sucrés et gras
(aliments de combustion).



L'eau entraîne l'amidon de la farine *(féculent)*. Le gluten *(azoté)* reste entre les doigts.



La fécule de la pomme de terre entraînée par l'eau se dépose au fond de la cuvette.



Aliments très nutritifs.
Pendant la 1re année, le lait est pour l'enfant un aliment complet.

LE CORPS HUMAIN

Constitution des êtres vivants.

Les êtres vivants sont formés d'une multitude de petits compartiments accolés les uns aux autres et qu'on appelle **cellules**.

Une cellule comprend : le *protoplasme*, substance transparente analogue au blanc d'œuf, et le *noyau*. Ces deux parties sont souvent entourées d'une membrane.

Les cellules semblables forment des **tissus** (tissu musculaire, tissu nerveux). Ces tissus, à leur tour, forment des **organes** (œil, main, estomac) et les organes des **appareils** (appareil respiratoire, appareil digestif, etc.).

Les êtres vivants les plus simples (*microbes*) ne sont formés que d'une seule cellule.

Coup d'œil d'ensemble sur la nutrition.

Pour vivre, grandir et se multiplier, les cellules de notre corps ont besoin de *nourriture* et de *chaleur*. Mais elles ne peuvent utiliser tels quels les aliments que nous mangeons. Ceux-ci sont profondément transformés dans les organes de l'appareil digestif (**digestion**). Puis, ils sont distribués à toutes nos cellules par deux liquides nourriciers : le *sang*, qui circule dans une infinité de vaisseaux appartenant à l'appareil circulatoire (**circulation**), et la *lymphe*, qui baigne tous nos organes. Le sang porte en outre aux cellules l'oxygène qu'il a puisé dans l'appareil respiratoire (**respiration**). Grâce à cet oxygène, il se produit dans les cellules des combustions qui fournissent de la chaleur (*chaleur animale*). Enfin, le sang emmène dans les glandes excrétrices (reins, glandes sudoripares) les déchets inutiles ou dangereux provenant des cellules. Ces déchets sont ensuite rejetés au dehors (**excrétion** *ou* **élimination**).

La digestion, la circulation, la respiration et l'excrétion constituent les fonctions de nutrition.

LA DIGESTION

La digestion est la transformation des aliments en substances liquides et assimilables, c'est-à-dire capables d'être utilisées par les cellules de notre corps. Elle s'effectue dans l'appareil digestif.

I. — LES ALIMENTS

D'après leur composition, on a pu classer les aliments en différentes catégories :

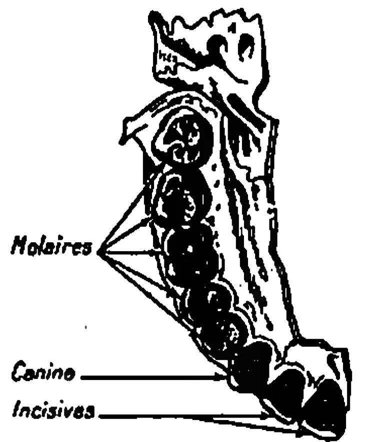
1° **Les aliments albuminoïdes ou azotés** (viande, œufs, lait, fromage, lentilles, haricots, etc.). — Ces aliments permettent la formation des organes. Ils régénèrent aussi les tissus usés. *Ce sont les aliments de réparation.*

2° **Les aliments hydrocarbonés.** — Ils sont formés d'eau et de carbone (d'où leur nom), mais ils ne renferment pas d'azote. Ils comprennent : les *féculents*, riches en amidon (pain, farine, pommes de terre) et les *aliments sucrés* (miel, confitures, fruits). Le carbone de ces aliments brûle dans nos cellules en fournissant de la chaleur. *Ils permettent le travail musculaire.*

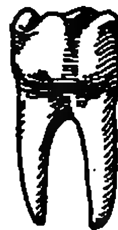
3° **Les aliments gras** (huiles, graisses, beurre) fournissent plus de chaleur encore que les précédents.

4° **Les aliments minéraux,** (eau, phosphate et carbonate de chaux, sel marin, fer), sont contenus principalement dans les légumes, les fruits, le jus de viande.

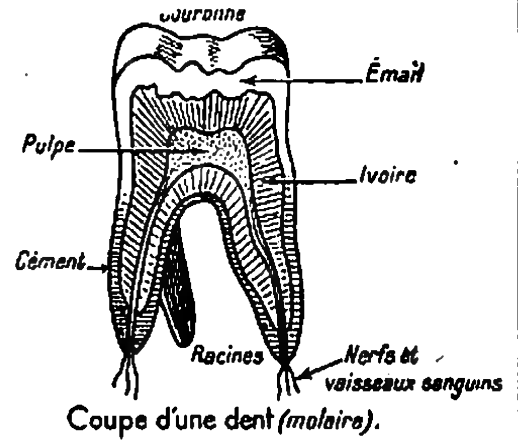
5° **Les vitamines,** indispensables à la vie, se trouvent surtout dans les légumes et les fruits crus.



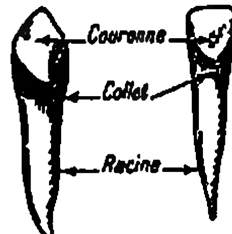
Nos dents *(demi-mâchoire)*.



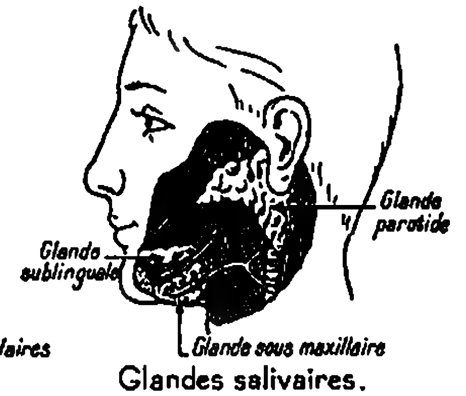




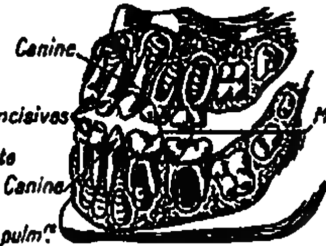
Coupe d'une dent *(molaire)*.



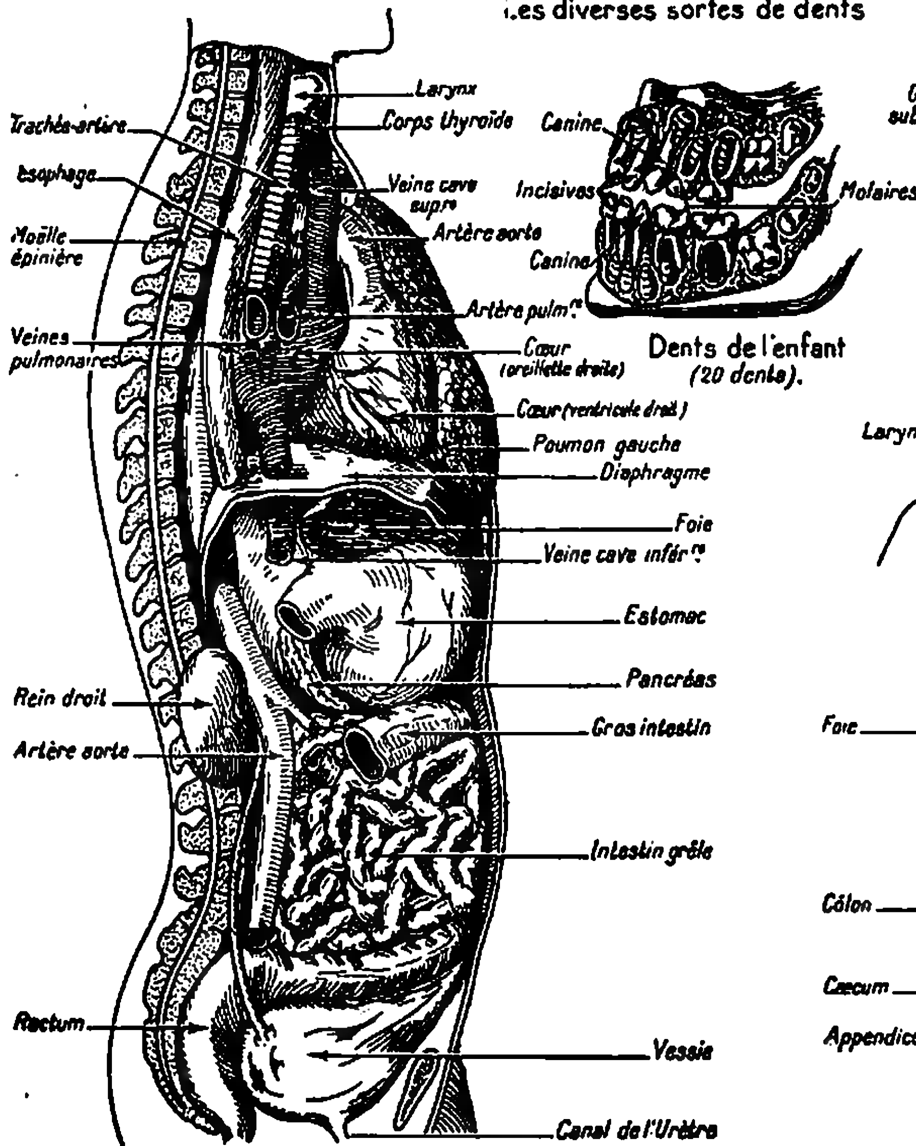
Les diverses sortes de dents



Glandes salivaires.



Dents de l'enfant *(20 dents)*.



Coupe du tronc de l'homme.

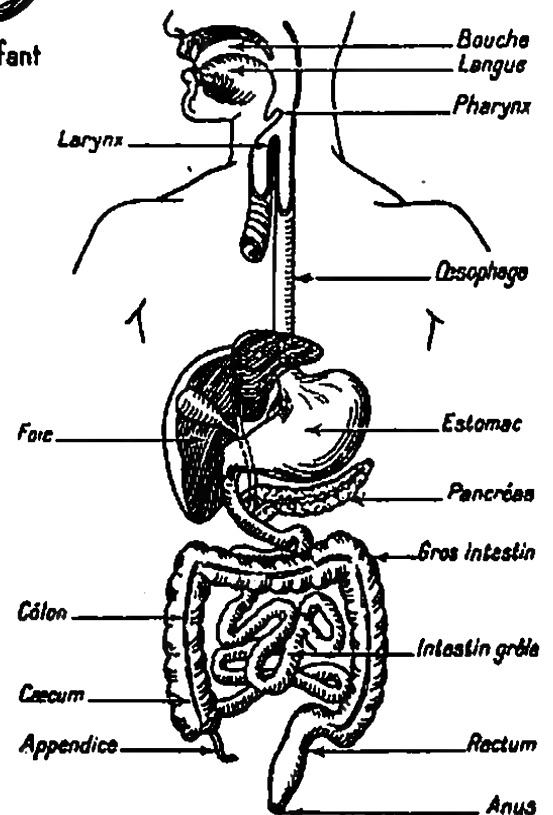


Schéma de l'appareil digestif.

L'appareil digestif se compose du *tube digestif* et des *glandes digestives*.

I. — Le tube digestif.

Le tube digestif de l'homme comprend :

1° **La bouche,** qui renferme la *langue* et les *dents*.

Les dents, portées par les mâchoires, sont en *ivoire*, substance plus dure que l'os. La partie visible de la dent, ou *couronne*, est recouverte d'*émail*. La *racine* est enfoncée dans la gencive. A l'intérieur de la dent se trouve une cavité remplie par une substance molle, la *pulpe dentaire*, où aboutissent un nerf et des vaisseaux.

Il y a 3 sortes de dents : les *incisives*, à couronne plate et tranchante, servent à couper les aliments ; les *canines*, pointues, les déchirent ; et les *molaires*, à couronne large et bosselée, les écrasent.

Jusqu'à l'âge de 7 ans environ, l'enfant n'a que 20 dents (*dentition de lait*).

L'homme adulte en possède 32 : 8 incisives, 4 canines, 8 petites molaires et 12 grosses molaires.

2° **Le pharynx** (ou arrière-bouche), **l'œsophage, l'estomac.**

Le pharynx est une sorte de carrefour où aboutissent différents conduits : l'un communique avec les poumons ; un autre avec le nez ; un troisième, appelé *œsophage*, reçoit seul les aliments. (Pendant le passage des aliments dans l'œsophage, des languettes ferment les autres conduits.) Ils pénètrent ensuite dans une poche à parois musculaires, l'*estomac*. Enfin, ils arrivent dans l'*intestin*.

3° **L'intestin.** C'est un tube de 8 à 10 m de longueur, comprenant 2 parties : l'*intestin grêle*, long et étroit et le *gros intestin*, plus large et plus court (1 m, 50), terminé par l'*anus*. Au début du gros intestin se trouve l'*appendice vermiculaire* (à droite et en bas dans l'abdomen), dont l'inflammation est l'*appendicite*.

II. — Les glandes digestives.

Les glandes digestives sont en communication directe avec le tube digestif. Elles sécrètent des liquides spéciaux ou *sucs digestifs*, qui imprègnent les aliments et les rendent assimilables.

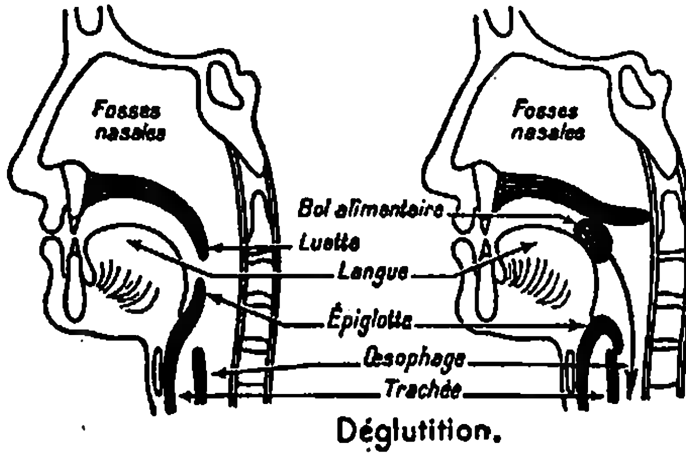
1° **Les glandes salivaires** sécrètent la *salive* et la déversent dans la bouche.

2° **Les glandes gastriques,** très nombreuses, situées dans la paroi de l'estomac, fournissent le *suc gastrique*.

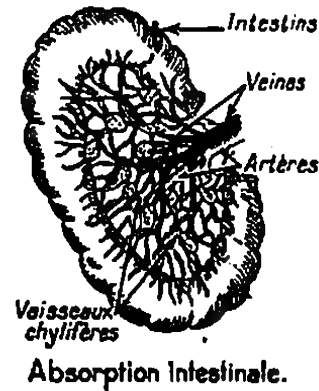
3° **Le pancréas,** glande allongée, rose pâle, placée derrière l'estomac, déverse dans la première partie de l'intestin grêle le *suc pancréatique*.

4° **Le foie,** volumineuse glande rouge foncé, située en haut et à droite dans l'abdomen, produit la *bile*, liquide jaunâtre devenant vert à l'air, qui se déverse dans l'intestin après s'être accumulé dans une petite poche, la *vésicule biliaire*.

5° **Les glandes intestinales,** contenues dans la paroi de l'intestin, sécrètent le *suc intestinal*.



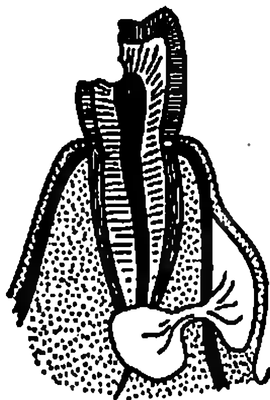
Déglutition.



Absorption intestinale.



Il faut manger lentement et bien mâcher les aliments.

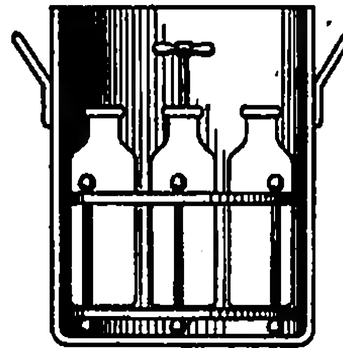


Dent cariée.
Un abcès se forme à l'extrémité de la racine et va s'ouvrir dans la bouche.

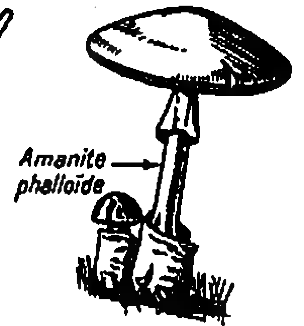


Comment on brosse les dents.

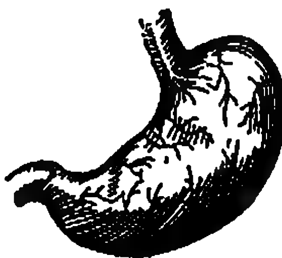




On stérilise le lait par l'ébullition ou en le chauffant à 100° au bain-marie.



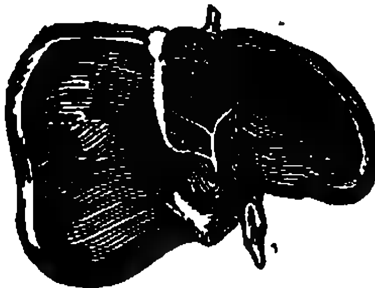
Il faut se méfier des champignons vénéneux.



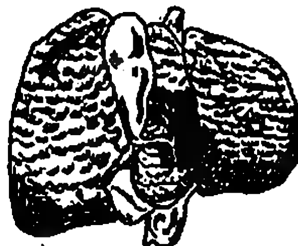
Estomac sain.



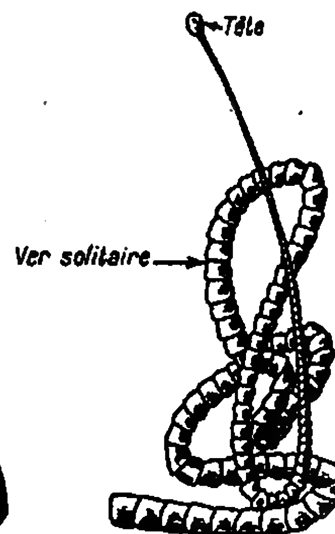
Estomac d'alcoolique.

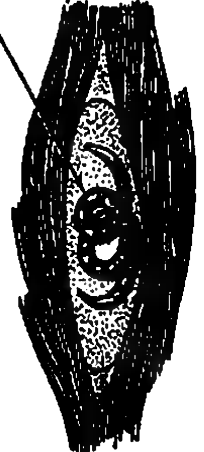


Foie sain.



Foie atrophié d'alcoolique *(cirrhose).*





On détruit les vers parasites en faisant bien cuire la viande.

III. — ACTION DES SUCS DIGESTIFS SUR LES ALIMENTS. — DIGESTION

1° **Dans la bouche,** les aliments se mélangent à la salive. Ce liquide a la propriété de transformer l'*amidon* contenu dans les féculents en une sorte de *sucre.*

2° **Dans l'estomac,** les aliments sont longuement brassés. Ils s'imprègnent en même temps de *suc gastrique.* Ce suc commence à digérer les albuminoïdes.

3° **Enfin, dans l'intestin grêle,** les *albuminoïdes* et les *féculents* subissent l'action du *suc pancréatique* qui achève leur transformation. Les *graisses* sont digérées à la fois par le *suc pancréatique* et par la *bile. Le sucre de betterave et de canne est transformé par le suc intestinal.*

Les aliments ainsi modifiés ont l'aspect d'un liquide laiteux appelé *chyle.* Celui-ci filtre à travers les parois de l'intestin, passe dans le sang et dans la lymphe.

Ce passage des aliments assimilables dans les liquides nourriciers se nomme l'absorption intestinale. Les résidus inutilisables cheminent dans le gros intestin et sont expulsés par *l'anus.*

IV. — HYGIÈNE DE LA DIGESTION

I. — Notre alimentation doit être variée et saine.

Il importe de fournir à notre organisme les différents aliments dont il a besoin : albumine, hydrocarbones, graisses et sels minéraux. *Aussi est-il nécessaire de varier le plus possible la composition de nos repas.*

Certaines viandes renferment des parasites (viande de porc ou de bœuf) ; on peut les détruire par une cuisson prolongée. *Le lait, fréquemment souillé par les microbes, ne doit être consommé qu'après avoir été bouilli.*

Les aliments contiennent parfois de véritables poisons (viandes faisandées, champignons).

L'eau-de-vie et les liqueurs sont toujours funestes à la santé. L'eau est la plus saine des boissons.

II. — Nous devons chercher à bien digérer.

Pour cela, plusieurs conditions sont indispensables :

1° **Il faut manger lentement et bien mastiquer.** Les aliments insuffisamment mâchés obligent l'estomac à un travail de trituration fatigant pour cet organe. *Une bonne mastication n'est possible qu'avec une bonne dentition.* Brossons nos dents plusieurs fois par jour et faisons-les visiter fréquemment par le dentiste.

2° **Les repas doivent être pris à heures régulières,** car les organes de l'appareil digestif ont besoin de se reposer périodiquement.

3° **La préparation et la présentation des aliments ont une grande importance** : un plat appétissant provoque une abondante sécrétion de suc gastrique.

4° **Il est mauvais, en sortant de table, d'entreprendre un travail fatigant, physique ou intellectuel.** L'exercice modéré, la marche par exemple, facilite la digestion. Le bain peut être pris 3 ou 4 heures après le repas.

III. — Il est important de veiller au fonctionnement régulier de l'intestin.

La constipation est la cause de graves maladies.

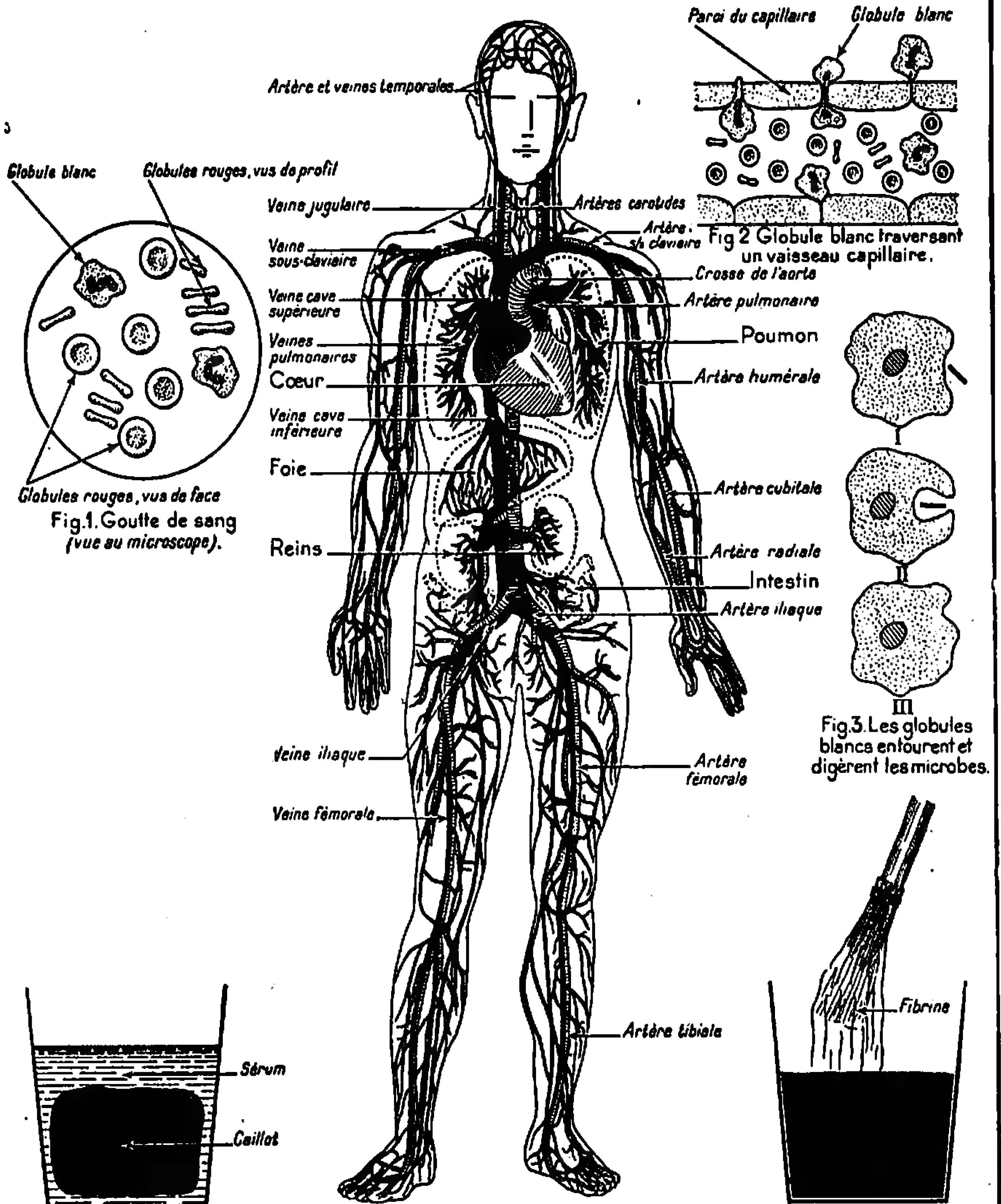


Fig.1. Goutte de sang *(vue au microscope).*

Fig 2 Globule blanc traversant un vaisseau capillaire.

Fig.3. Les globules blancs entourent et digèrent les microbes.

Fig.4. Le sang se coagule à l'air. *Le caillot est formé de la fibrine qui a emprisonné les globules.*

Fig.5. Ensemble de la circulation.

Fig.6. Le sang battu demeure liquide. *La fibrine s'attache au balai.*

Le *sang* distribue aux cellules les *aliments* et l'*oxygène* sans lesquels elles ne peuvent vivre. De plus, il les débarrasse des *déchets* qui leur seraient nuisibles. Tous nos organes sont, à chaque instant, visités par le sang qui circule sans cesse à l'intérieur de notre corps.

Ce mouvement continuel s'appelle **circulation.**

I. — LE SANG

Le sang est un liquide rouge, épais, gluant. Un adulte en possède de 5 à 6 litres. En examinant une goutte de sang au microscope, on voit de petits corps ou *globules* qui nagent dans un liquide appelé *plasma.*

Les globules sont de deux sortes :

1° **Les globules rouges,** très nombreux (5 millions par mm^3), donnent au sang sa coloration. *Ils possèdent la propriété remarquable de s'unir à l'oxygène, qu'ils transportent ensuite aux cellules.*

2° **Les globules blancs,** beaucoup moins nombreux (1 pour 600 à 700 globules rouges), à contour irrégulier, peuvent, en se déformant, se déplacer et traverser les vaisseaux. Ils pénètrent ainsi dans nos tissus pour faire la chasse aux microbes, qu'ils englobent et digèrent. *Ce sont les défenseurs de notre organisme.*

Le plasma est un liquide formé d'eau contenant en dissolution des aliments digérés, des sels, des gaz (oxygène, gaz carbonique) et des déchets (urée).

Exposé à l'air dans un vase, *le sang se coagule,* c'est-à-dire qu'il se prend en une masse solide, rouge, le *caillot,* que recouvre un liquide appelé *sérum.* Le caillot est formé par les globules agglutinés par une substance analogue au blanc d'œuf, la *fibrine.* La composition du sérum est à peu près la même que celle du plasma du sang.

La coagulation est très importante en cas d'hémorragie. En obstruant l'ouverture du vaisseau, le caillot arrête l'écoulement du sang.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Le sang. Quel est son rôle dans l'organisme ? Quelle modification subit-il quand il se coagule ? En partant de l'observation de cette coagulation, indiquez la composition du sang.* (C. E. Aube.) — 2° *Quelle est la partie du sang qui transporte l'oxygène ?* — 3° *Comment est constitué le pus qui s'écoule des plaies ?*

33. — LE CŒUR ET LES VAISSEAUX SANGUINS
LA CIRCULATION DU SANG

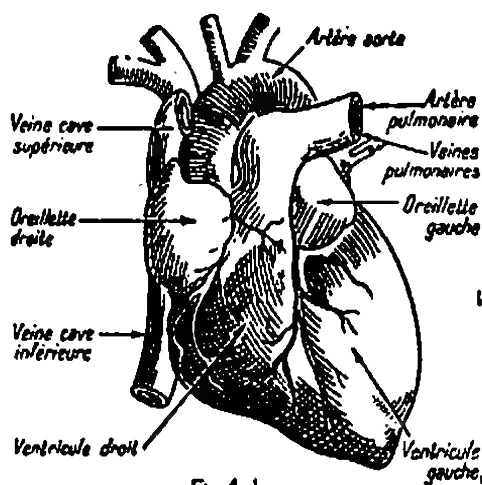


Fig.1. Le cœur.

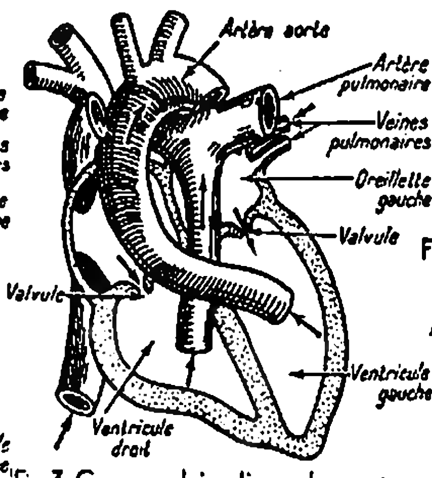


Fig.3. Coupe schématique du cœur.

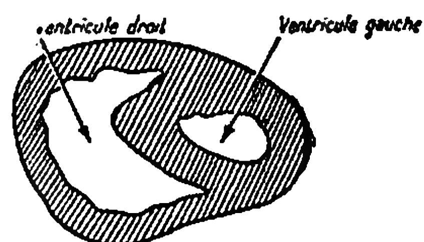


Fig.2. Coupe transversale du cœur.

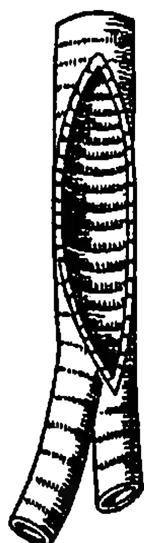


Fig 5. Artère.

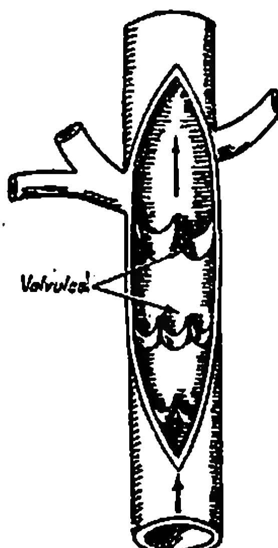


Fig.6. Veine

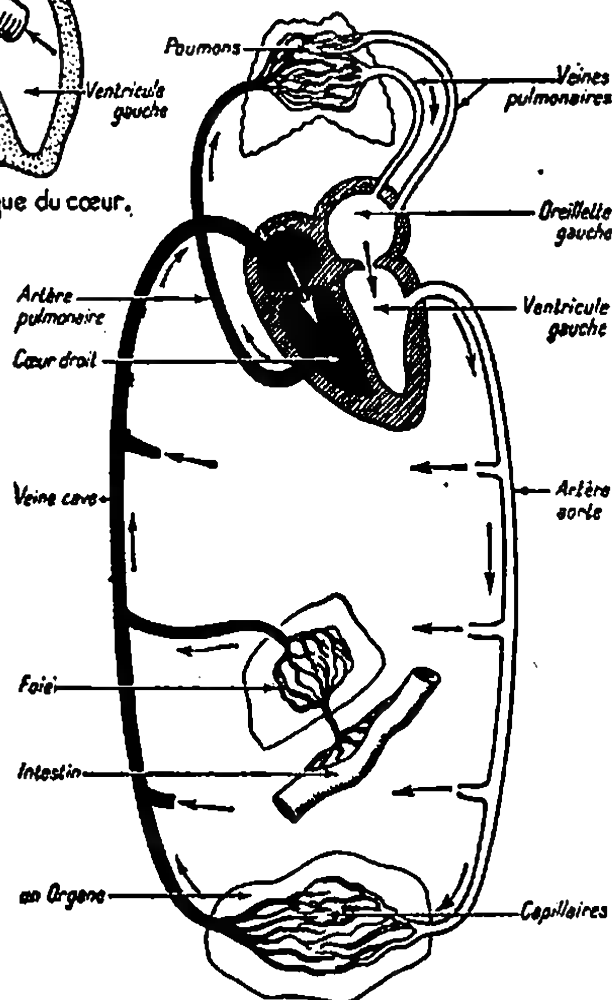


Fig.4. Schéma de la circulation du sang.



Fig.7. Réseau capillaire vu au microscope.
V, veine ; A, artère.



Fig.8. Manière de "tâter le pouls".

II. — LE CŒUR ET LES VAISSEAUX SANGUINS

Le sang, mis en mouvement par le *cœur*, circule dans un système de canaux appelés *vaisseaux sanguins*, comprenant : les *artères*, les *veines* et les *vaisseaux capillaires*.

1° **Le cœur.** Le cœur est un *muscle creux*, gros comme le poing, situé dans la poitrine entre les deux poumons. A la partie supérieure du cœur se trouvent deux petites masses molles et creuses : ce sont les *oreillettes*. La partie inférieure, plus grosse, est séparée intérieurement en deux *ventricules* par une épaisse cloison oblique. Chaque ventricule est en communication avec l'oreillette correspondante par un orifice garni de lamelles. La disposition de ces lamelles permet au sang de passer de l'oreillette dans le ventricule, et non du ventricule dans l'oreillette.

Les oreillettes ne communiquent pas entre elles, ni les ventricules entre eux. Il y a donc un *cœur droit* et un *cœur gauche*.

2° **Les artères.** *Ce sont des vaisseaux à parois épaisses et élastiques, à section béante.* Elles conduisent le sang des ventricules dans les organes.

Du ventricule gauche part l'*artère aorte*. Elle se ramifie un grand nombre de fois en artères de plus en plus petites se rendant aux différentes parties du corps. Du ventricule droit part l'*artère pulmonaire*. Elle se divise en deux branches se rendant chacune à un poumon. Des *valvules*, placées à l'orifice de l'aorte et de l'artère pulmonaire, empêchent le sang de revenir dans le cœur.

3° **Les veines.** *Ce sont des vaisseaux à parois minces, non élastiques.* Elles ramènent aux oreillettes le sang qui a circulé dans les organes. Les *deux veines caves* ramènent à l'oreillette droite le sang venant des diverses parties du corps. Les *quatre veines pulmonaires* ramènent à l'oreillette gauche le sang venant des poumons.

4° **Les vaisseaux capillaires.** Les vaisseaux capillaires, aussi fins que des cheveux, réunissent les plus petites ramifications des artères et des veines.

III. — LA CIRCULATION DU SANG

Chaque battement du cœur est une contraction de ce muscle, qui lance ainsi le sang dans les artères. Il est chassé dans l'artère aorte par la contraction du ventricule gauche, puis il circule dans les diverses ramifications qui aboutissent aux vaisseaux capillaires. *C'est alors que se font les échanges nutritifs entre le sang et les tissus.* Le sang rouge, à travers les minces parois des vaisseaux capillaires, abandonne aux cellules l'oxygène et les aliments et se charge de gaz carbonique et autres déchets. Il devient alors rouge foncé, presque noir, et revient à l'oreillette droite par les veines caves. Ce premier circuit constitue la **grande circulation.**

Le sang passe ensuite dans le ventricule droit qui, en se contractant, le chasse dans les poumons par l'artère pulmonaire. *Dans les poumons, le sang noir abandonne le gaz carbonique et la vapeur d'eau et se charge d'oxygène.* Il devient rouge vermeil et rejoint l'oreillette gauche par les veines pulmonaires. Ce deuxième circuit constitue la **petite circulation.**

L'oreillette gauche chasse le sang dans le ventricule gauche et le même circuit recommence. Ainsi, la moitié gauche du cœur contient du sang rouge, la moitié droite du sang noir.

Exercices oraux ou écrits.

Suivez le trajet du sang depuis son passage dans les veines du bras jusqu'à son retour au même endroit. Puisque le sang met 1/2 minute pour accomplir son trajet total, combien de fois par jour repasse-t-il au même endroit ?

34. — HYGIÈNE DE LA CIRCULATION

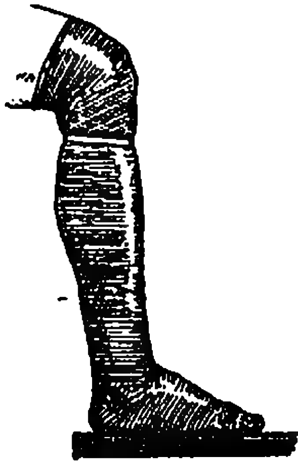


Fig.1. Les jarretières trop serrées favorisent la formation des varices.

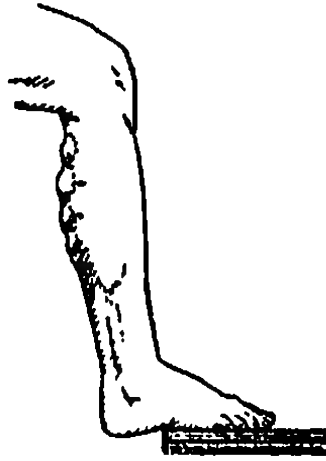


Fig. 2 Varices.
(gonflement excessif des veines).

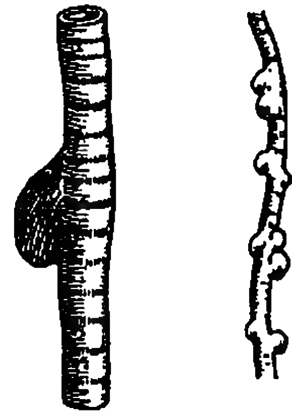


Fig. 3. Anévrismes.
(poches formées dans la paroi d'une artère).



Fig. 4. Section d'une veine.
Le sang s'écoule lentement et forme un caillot.



Fig. 5. La section d'une artère est dangereuse.
Le sang s'échappe par jets saccadés.



Fig. 6. En attendant le médecin on arrête l'hémorragie au moyen d'un garrot.





Fig. 7. Comment on panse une plaie.
Il faut laver la plaie avec l'eau oxygénée, l'éther ou l'alcool avant d'appliquer un pansement stérilisé.





Fig. 8. Le cœur des alcooliques s'entoure de graisse

1° Certaines conditions sont indispensables pour assurer une bonne circulation.

1° **Rien ne doit gêner le mouvement du sang.** Il faut éviter de porter des vêtements trop serrés (faux cols, jarretières, ceintures) qui compriment les artères et les veines. La compression des veines détermine souvent dans leur paroi des boursouflures appelées *varices*.

2° **L'alcool a une influence néfaste sur les organes de l'appareil circulatoire.** Le cœur de l'alcoolique s'entoure de graisse ; ses artères perdent leur élasticité et se dilatent par endroits en formant des *anévrismes*. La rupture d'un anévrisme est souvent mortelle.

3° **Le surmenage physique, les exercices trop violents accélèrent les battements du cœur** (palpitations) **et finissent par le fatiguer.**

4° **Lorsque la circulation se ralentit à l'excès** (émotion violente, fatigue), **l'individu peut perdre connaissance : c'est la syncope.** Il faut alors étendre le malade, desserrer ses vêtements et lui faire respirer du vinaigre, de l'eau ammoniacale etc....

2° Blessures. — Pansement des plaies.

La rupture des vaisseaux sanguins présente un double danger : l'**hémorragie** et l'**infection.**

1° Si le vaisseau rompu est une *artère*, le sang s'échappe par saccades. On peut arrêter l'hémorragie, en attendant l'arrivée du médecin, en comprimant le vaisseau entre le cœur et la blessure. Pour cela, on place un garrot au-dessus de la plaie.
Si le vaisseau blessé est une *veine*, le sang s'écoule sans saccade. La ligature doit alors être faite entre l'extrémité du membre et la plaie.
La rupture d'une artère est beaucoup plus grave que celle d'une veine.

2° *Il faut apprendre à soigner une blessure afin d'éviter l'infection.* On lavera d'abord la plaie avec de l'eau oxygénée ou de l'alcool, puis on appliquera un pansement stérilisé.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Élevez votre main gauche le plus haut possible au-dessus de votre tête et tenez votre main droite le plus bas possible. Restez ainsi une minute. Mettez ensuite à côté l'une de l'autre vos deux mains. Ont-elles la même couleur ? Pourquoi ?* (C. E. Seine-et-Oise.) — 2° *Comment arrête-t-on une hémorragie ? un saignement de nez ?* (C. E. Allier.) — 3° *Comment vous y prendriez-vous pour laver une plaie et faire un pansement ?* — 4° *Qu'appelle-t-on varice, anévrisme ? Indiquez ce qui peut les produire.*

35. — LA RESPIRATION

APPAREIL RESPIRATOIRE — MÉCANISME DE LA RESPIRATION

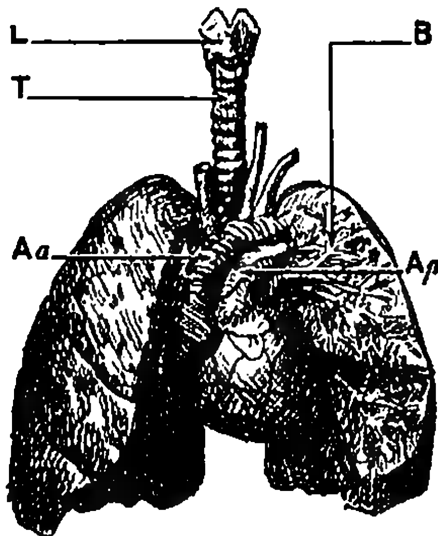


Fig. 1. Les poumons et le cœur
L. *Larynx* — T. *Trachée artère* — Aa. *Artère aorte*
Ap. *Artère pulmonaire* — B. *Bronches*

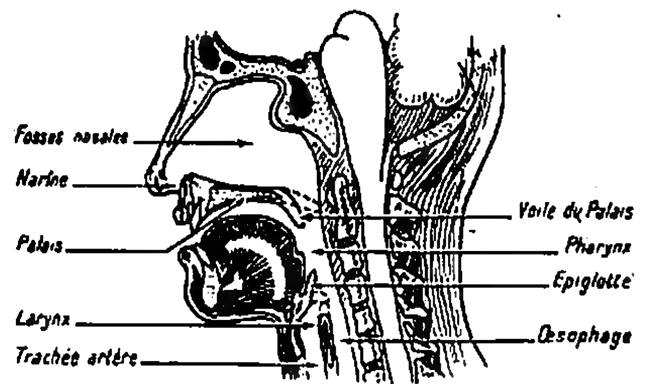


Fig. 2. Voies respiratoires

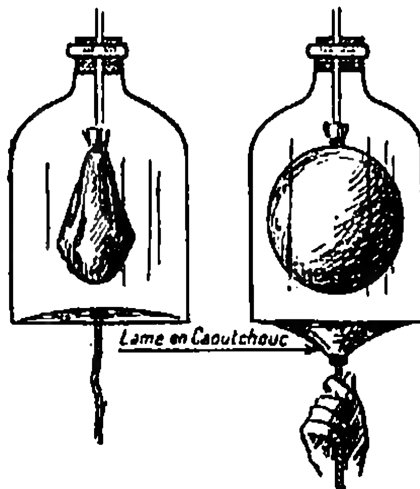


Fig. 3. Appareil montrant le mécanisme de la respiration.

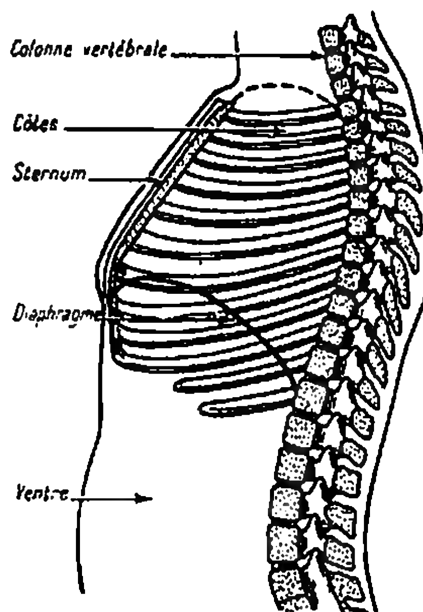


Fig. 4. L'inspiration.
Les côtes se soulèvent
le diaphragme s'aplatit :
l'air pénètre dans les poumons.

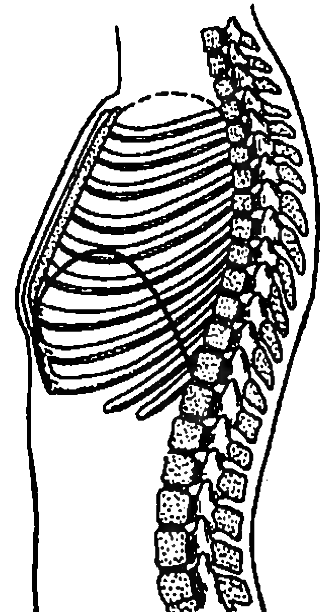


Fig. 5. L'expiration.
Les côtes s'abaissent
le diaphragme se relève :
l'air est chassé.

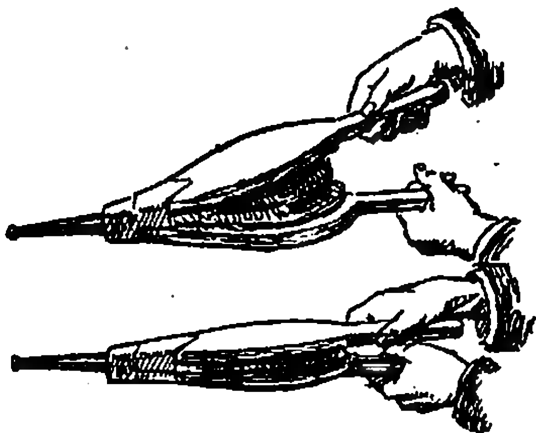


Fig. 6. Le fonctionnement de l'appareil respiratoire est comparable à celui d'un soufflet.

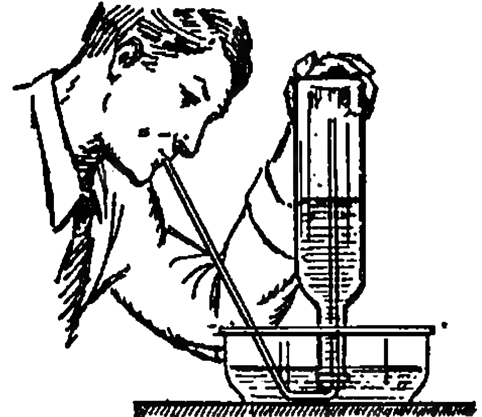


Fig. 7. ½ litre d'air environ est absorbé dans une inspiration normale.

Le sang emporte aux cellules l'oxygène puisé dans l'air des poumons. Il amène ensuite aux poumons, qui les rejettent dans l'air extérieur, le gaz carbonique et la vapeur d'eau formés dans les cellules.

Ces échanges gazeux entre le corps humain et l'air se nomment respiration.

I. — L'APPAREIL RESPIRATOIRE

L'appareil respiratoire comprend : les **voies respiratoires** (fosses nasales, larynx, trachée-artère, bronches) et les **poumons.**

La trachée-artère est un tube placé en avant de l'œsophage. Il est maintenu ouvert par des demi-anneaux cartilagineux. La partie supérieure, élargie, forme le *larynx*, organe de la voix; la partie inférieure se divise en deux *bronches* qui pénètrent chacune dans un poumon.

Les bronches se ramifient en de nombreux canaux de plus en plus petits. Les plus fins ou *bronchioles* se terminent par de très petits sacs entourés de vaisseaux capillaires : ce sont les *alvéoles pulmonaires*, dont la surface totale représente environ 200 m². *Canaux et alvéoles constituent la masse spongieuse et élastique des poumons.*

Les poumons sont situés dans la *cage thoracique*, cavité limitée par la colonne vertébrale, les côtes, le sternum et par un muscle en forme de voûte, le diaphragme, séparant le thorax de l'abdomen. Chaque poumon est enveloppé d'une membrane, la *plèvre*, formée de deux feuillets entre lesquels se trouve un liquide.

II. — MÉCANISME DE LA RESPIRATION

Les mouvements d'entrée et de sortie de l'air dans les poumons s'appellent *mouvements respiratoires*. Un mouvement respiratoire comprend : l'*inspiration* ou entrée de l'air dans les poumons, et l'*expiration* ou sortie de l'air vicié.

Pendant l'**inspiration,** les muscles qui recouvrent la cage thoracique se contractent, les côtes se soulèvent, le diaphragme s'aplatit. La cage thoracique s'agrandit donc, les poumons se distendent et l'air y pénètre.

Pendant l'**expiration,** les mouvements contraires produisent une diminution du volume de la cage thoracique. Les poumons comprimés expulsent alors une partie de l'air qu'ils contiennent.

Ces mouvements sont comparables à ceux d'un soufflet.

Nous faisons de 14 à 16 inspirations et expirations par minute. A chaque inspiration, il entre 1/2 litre d'air environ dans les poumons. A chaque expiration, il en sort environ 1/2 litre. *Mais l'air qui sort des poumons pendant l'expiration n'est pas le même que celui qui y entre pendant l'inspiration.*

Exercices oraux ou écrits.

1° *Les mouvements respiratoires dépendent-ils de notre volonté ? Quel avantage cela présente-t-il ?* — 2° *Dans l'expérience représentée par la figure 3, qu'est-ce qui joue le rôle du diaphragme ? La cage thoracique se comporte-t-elle de la même façon que la cloche ?* — 3° *Décrivez l'appareil respiratoire de l'homme et expliquez le mécanisme de la respiration.* (C. E. Deux-Sèvres.)

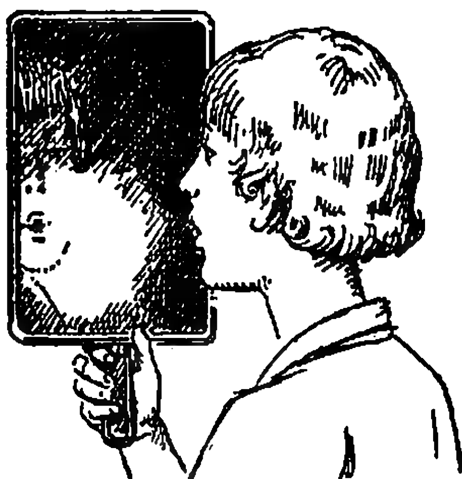


Fig. 1. L'air expiré couvre la glace de buée *(vapeur d'eau condensée).*



Fig. 2. L'air expiré trouble l'eau de chaux : *il contient du gaz carbonique.*

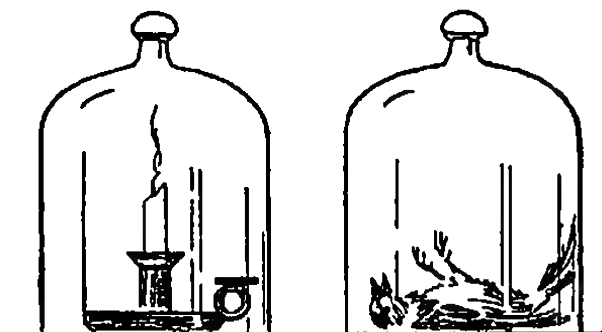


Fig. 3. Privés d'oxygène la bougie s'éteint l'oiseau meurt.

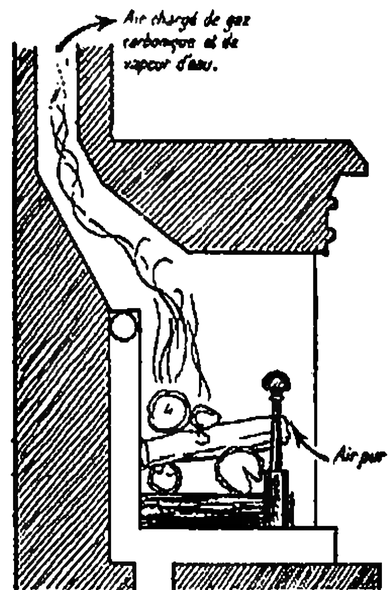


Fig. 4. L'air qui s'échappe de la cheminée est modifié à peu près comme l'air qui s'échappe des poumons.

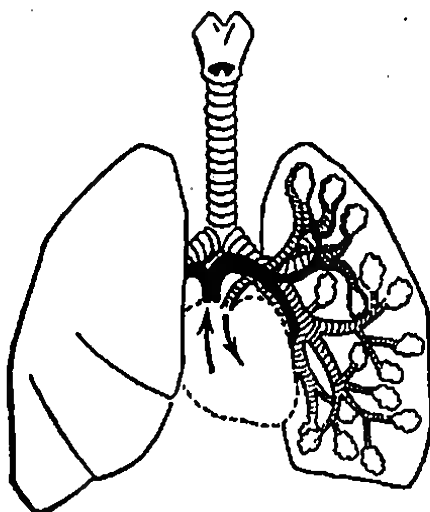


Fig. 5. Les bronches se ramifient en canaux de plus en plus petits. Les plus fins, comparables à des cheveux, se terminent par les alvéoles pulmonaires.

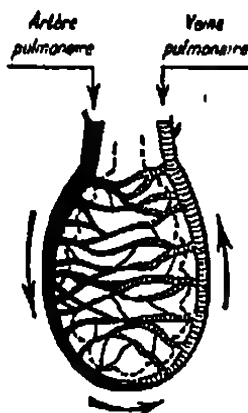


Fig. 6. Alvéole pulmonaire très grossi tapissé de vaisseaux capillaires.

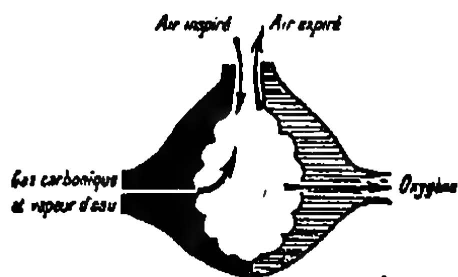


Fig. 7. Schéma des échanges gazeux entre le sang et l'air à travers la paroi très mince des alvéoles pulmonaires.

III. — LES ÉCHANGES GAZEUX

L'air qui sort des poumons pendant l'expiration n'est pas le même que celui qui y entre pendant l'inspiration.

1° Si nous soufflons dans de l'eau de chaux, elle se trouble. Ceci prouve que *l'air que nous rejetons contient du gaz carbonique* (fig. 2).

2° Si nous soufflons sur une vitre froide, elle se couvre de buée : *l'air expiré contient donc de la vapeur d'eau* (fig. 1).

3° En soufflant sur notre main, nous constatons que *l'air qui sort de nos poumons est plus chaud que celui qui y est entré.*

Donc, au cours de son passage à travers notre corps, l'air s'est réchauffé et s'est chargé de gaz carbonique et de vapeur d'eau.

Pour bien comprendre cela, suivons le sang dans son voyage à travers le corps.

1° Du cœur, le sang est conduit aux poumons. A travers la paroi très mince des alvéoles pulmonaires, les globules rouges s'emparent de l'oxygène de l'air. Le sang devient alors rouge vermeil et rejoint le cœur.

2° Muni de sa provision d'oxygène, le sang repart du cœur et se rend aux organes. Dans les cellules se produit alors une véritable combustion : l'oxygène du sang brûle le charbon et l'hydrogène contenus dans les aliments. Du gaz carbonique et de la vapeur d'eau se forment, de la chaleur se dégage. Le sang se charge du gaz carbonique, devient rouge foncé, puis regagne le cœur.

3° Le sang retourne aux poumons. Il s'y débarrasse du gaz carbonique nuisible à l'organisme. Il y refait sa provision d'oxygène, et les mêmes circuits recommencent.

La chaleur produite dans nos organes par la combustion respiratoire est appelée chaleur animale. C'est grâce à elle que notre corps est toujours à la même température (37° environ). Cette température est celle qui convient le mieux au fonctionnement de nos organes.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Justifiez cette expression : « Vivre, c'est se consumer ».* — 2° *Dans la combustion respiratoire, quel est le combustible ? Comment ce combustible et l'oxygène parviennent-ils aux cellules ?* — 3° *Nous pouvons rester plusieurs jours sans manger et pendant ce temps, nous continuons à respirer. Qui fournit alors le combustible ?* — 4° *Que devient la chaleur produite par la combustion respiratoire ? D'où vient la nécessité de se couvrir ?* — 5° *D'où vient la nécessité pour les Esquimaux de manger de la graisse ? En été, notre alimentation est-elle la même qu'en hiver ? Pourquoi ces différences ?* — 6° *Qu'appelle-t-on sang rouge ? sang noir ? Où le sang change-t-il de couleur ?* — 7° *Calculez le nombre de litres d'air que nous introduisons dans nos poumons en 24 heures*

37 — HYGIÈNE DE LA RESPIRATION.



Fig.1. Vivons au grand air pour nous bien porter.

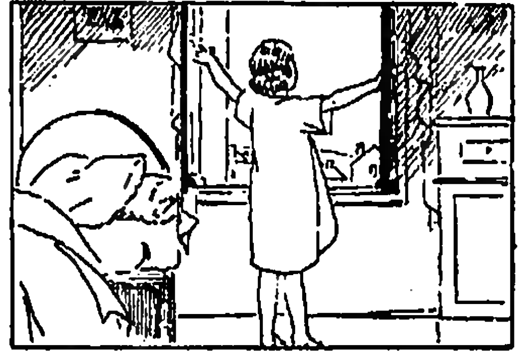


Fig.2. Aérons les appartements pour respirer l'air pur.

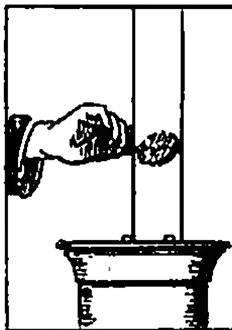


Fig.3. Évitons de fermer la clef des tuyaux de poêle.



Fig.4. La fonte rougie laisse passer l'oxyde de carbone.



Fig.5. Les appareils à combustion lente, les réchauds et chaufferettes dégagent de l'oxyde de carbone.

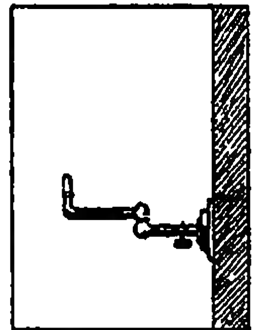


Fig.6. L'Oxyde de carbone existe dans le gaz d'éclairage.

L'OXYDE DE CARBONE EST UN POISON REDOUTABLE QUI DÉTRUIT LES GLOBULES ROUGES DU SANG.

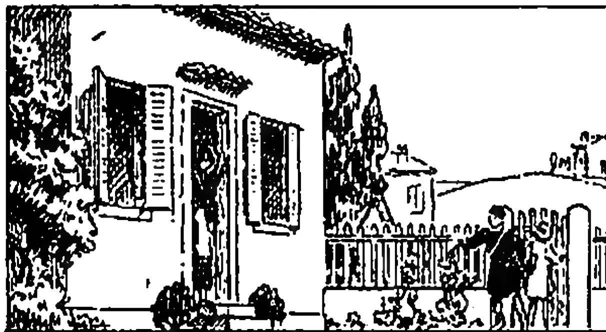


Fig.7. Une maison bien exposée.
"Là où le soleil entre, le médecin n'entre pas"





Fig. 8 & 9. Le balayage à sec, l'époussetage au plumeau disséminent les poussières. Utilisons les chiffons ou l'aspirateur pour le nettoyage.

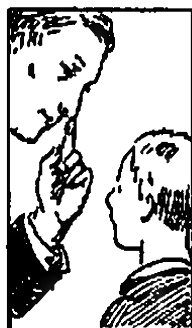


Fig.10. Respirons par le nez et non par la bouche.



Fig.11. L'Alcool affaiblit les poumons et prédispose à la Tuberculose.

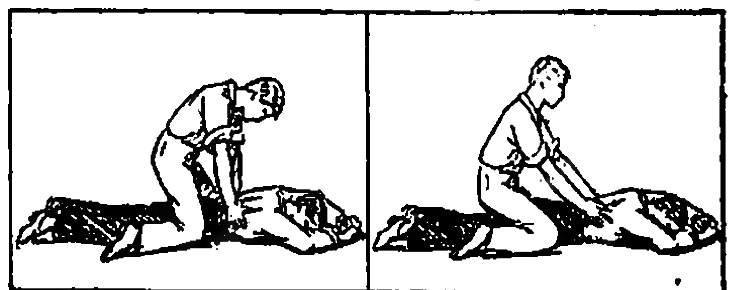


Fig.12. La respiration artificielle par la méthode Schaefer.
1er Temps - Comprimer la cage thoracique.
2e Temps - Laisser libre la cage thoracique.
Répéter ces mouvements pendant plusieurs heures.

I. — Il faut respirer de l'air pur.

Dans une salle où un grand nombre de personnes respirent, l'air s'appauvrit en oxygène et s'enrichit en gaz carbonique. Il devient bientôt incapable d'entretenir la respiration. On peut éprouver alors des malaises divers (maux de tête, nausées, syncopes). La respiration peut même s'arrêter complètement : on dit qu'il y a **asphyxie.**

Il est donc indispensable d'aérer très fréquemment les salles de réunion, les classes, les appartements. Il est excellent de s'habituer à dormir la fenêtre ouverte, à condition d'être bien couvert.

L'asphyxie peut encore se produire quand l'air contient certains gaz tels que l'hydrogène sulfuré, le gaz d'éclairage ou l'oxyde de carbone. Ce dernier est un poison redoutable qui détruit les globules rouges du sang. Il se dégage des appareils de chauffage, quand la combustion est incomplète et le tirage défectueux ou lorsque la fonte rougit. Il existe dans le gaz d'éclairage.

L'asphyxie se produit parfois brusquement, par suite de la privation totale d'air (noyade, pendaison). En cas d'électrocution, les muscles sont paralysés et les mouvements respiratoires s'arrêtent.

On peut souvent ramener à la vie un asphyxié en état de mort apparente, en employant la méthode Schaefer (fig. 12).

L'air renferme des poussières et des microbes. Ceux-ci, en pénétrant dans nos poumons, peuvent déterminer des maladies (diphtérie, scarlatine, tuberculose). Mais *le soleil détruit les microbes.* Laissons-le pénétrer largement dans nos maisons et rappelons-nous qu'il faut désinfecter les appartements où ont séjourné des personnes atteintes de maladies contagieuses.

II. — Il faut savoir respirer et fortifier son appareil respiratoire.

1° **Il est préférable de respirer par le nez plutôt que par la bouche :** On évite ainsi le refroidissement produit par l'entrée subite de l'air froid dans les poumons. De plus, les poussières et les microbes sont retenus par les fosses nasales et on les rejette en se mouchant.

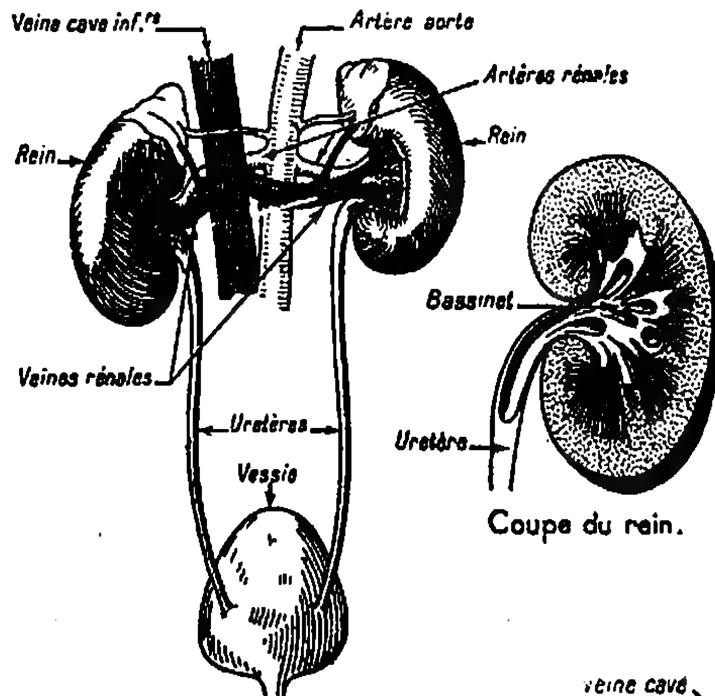
2° **Il faut pratiquer, au grand air, les exercices physiques, car ils développent la poitrine.**

3° **On ne doit jamais absorber d'alcool.** L'alcool affaiblit les poumons et prédispose à la tuberculose.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Sachant qu'un litre d'air expiré contient 4 centilitres de gaz carbonique, calculez le volume total de gaz carbonique rejeté en 24 heures par une classe de* 30 *élèves.* — 2° *Quelle est l'importance de l'aération des salles de réunion, des classes et des appartements ?* — 3° *Le mauvais tirage d'un poêle est-il dangereux ? Pourquoi ? Précautions à prendre.* (C. E. Manche.) — 4° *Expliquez pourquoi, en certains lieux, on affiche : « Défense de cracher. »* (C. E. Orne.) — 5° *Pourquoi faut-il faire les exercices respiratoires au grand air et non dans une chambre fermée ?*

38. — L'EXCRÉTION



Appareil urinaire.
Les reins filtrent le sang et le débarrassent des déchets formant l'urine.

Coupe du rein.

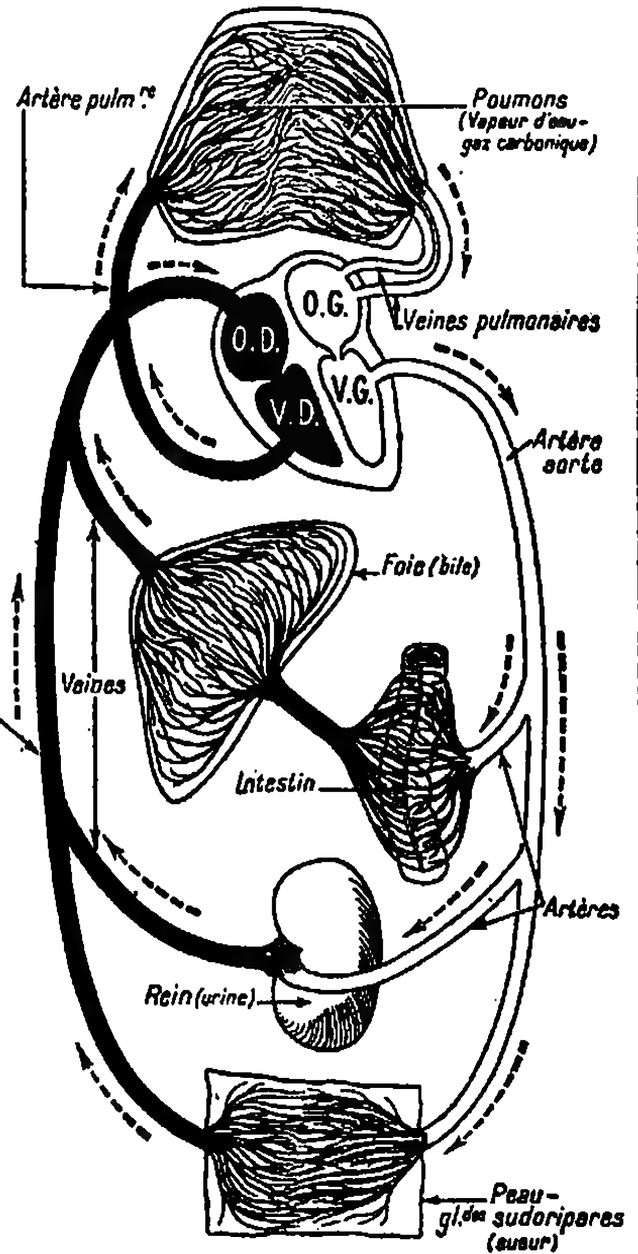
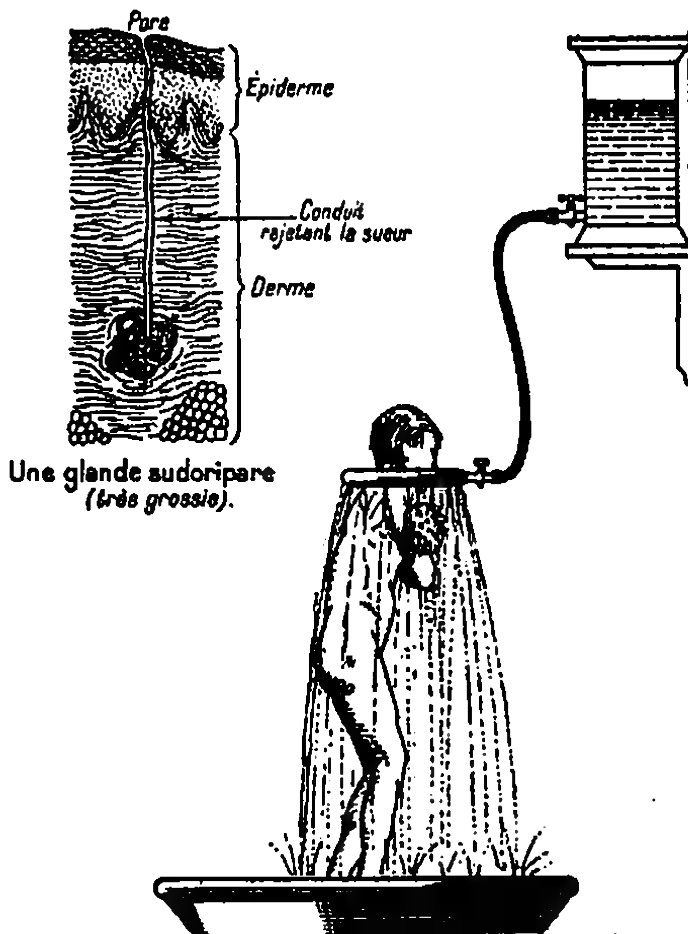
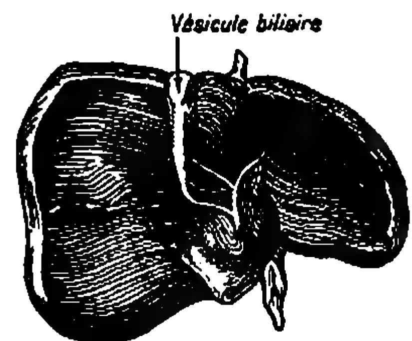


Schéma de la circulation du sang montrant le rôle des glandes excrétrices.



Une glande sudoripare
(très grossie).

Il faut tenir la peau très propre.



Le foie.
Le foie est en même temps une glande digestive et une glande excrétrice. Il maintient aussi constante la quantité de sucre dans le sang.

L'EXCRÉTION

Les déchets produits dans les cellules sont pour notre corps de véritables poisons. Ils doivent être éliminés. Le *gaz carbonique* est extrait du sang dans les poumons et rejeté dans l'air. Les autres déchets sont retirés du sang par divers organes (*reins, glandes sudoripares, foie*) et sont évacués sous forme d'*urine*, de *sueur* et de *bile*. L'élimination des substances nuisibles se nomme **excrétion.**

I. — LES REINS. — L'URINE

Les reins, au nombre de deux, sont logés dans l'abdomen, sous le diaphragme, de chaque côté de la colonne vertébrale. Le sang arrive dans le rein par l'*artère rénale* (dérivation de l'aorte), puis circule dans les capillaires du rein autour des **tubes urinifères** et leur abandonne tout ce qui constitue l'**urine.** Le sang ainsi purifié arrive dans la *veine rénale*, qui aboutit à la veine cave inférieure.

L'urine s'écoule dans le **bassinet,** puis dans l'**uretère,** et se déverse goutte à goutte dans la **vessie.** Elle est ensuite expulsée au dehors.

Quelquefois l'urine renferme des éléments anormaux : de l'albumine (*albuminurie*) ou du sucre (*diabète*).

L'alcool use rapidement les reins. Les alcooliques sont sujets aux **crises d'urémie.**

II. — LES GLANDES SUDORIPARES. — LA SUEUR

Les glandes sudoripares sont formées de tubes fins situés dans la peau. Chaque tube s'ouvre à l'extérieur par un orifice appelé **pore.** L'autre extrémité est enroulée en un petit peloton. De nombreux capillaires sanguins l'entourent. On compte à la surface du corps humain plus de 2 millions de glandes sudoripares. Elles extraient du sang la **sueur** et la rejettent au dehors. La sueur est analogue à l'urine, mais contient beaucoup plus d'eau.

L'évaporation de la sueur à la surface de la peau produit du froid et empêche ainsi l'élévation de température de notre corps. La transpiration est une fonction indispensable à notre organisme. Il faut, pour la faciliter, tenir la peau très propre.

III. — LE FOIE. — LA BILE

Le foie est un organe volumineux logé sous le diaphragme dans la partie droite de l'abdomen. Ses fonctions sont multiples :

1° **Avec les déchets du sang, le foie produit la bile,** poison très violent, évacué par l'intestin. Cependant, la bile joue un rôle important dans la digestion des corps gras. Le foie est en même temps une *glande digestive* et une *glande excrétrice.*

2° **Le foie détruit de nombreux poisons contenus dans le sang,** qui proviennent soit des aliments, soit des microbes qui ont pénétré dans notre corps.

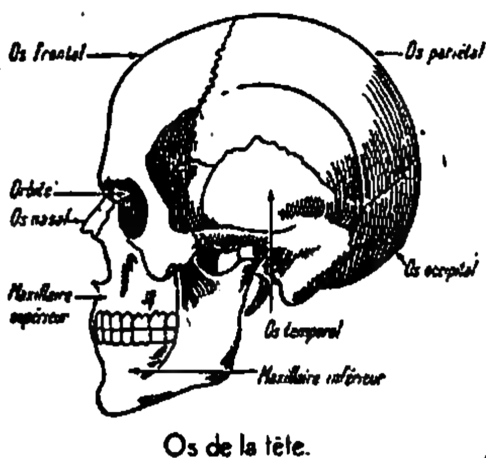
3° **Le foie met en réserve certaines substances, comme le sucre et le fer.**

L'alcool altère profondément cet organe essentiel (*cirrhose du foie*).

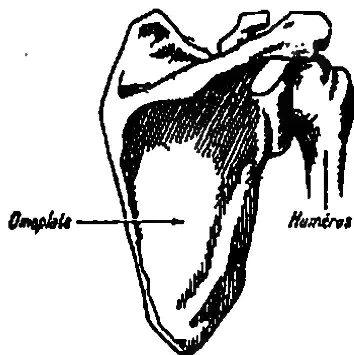
Exercices oraux ou écrits.

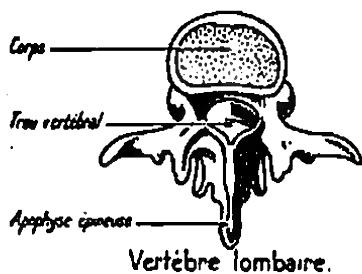
1° *Quels sont les principaux déchets produits dans les cellules ? Par quelles voies diverses sont-ils éliminés ?* — 2° *D'où vient la nécessité du nettoyage de la peau ?*

39. — LE SQUELETTE

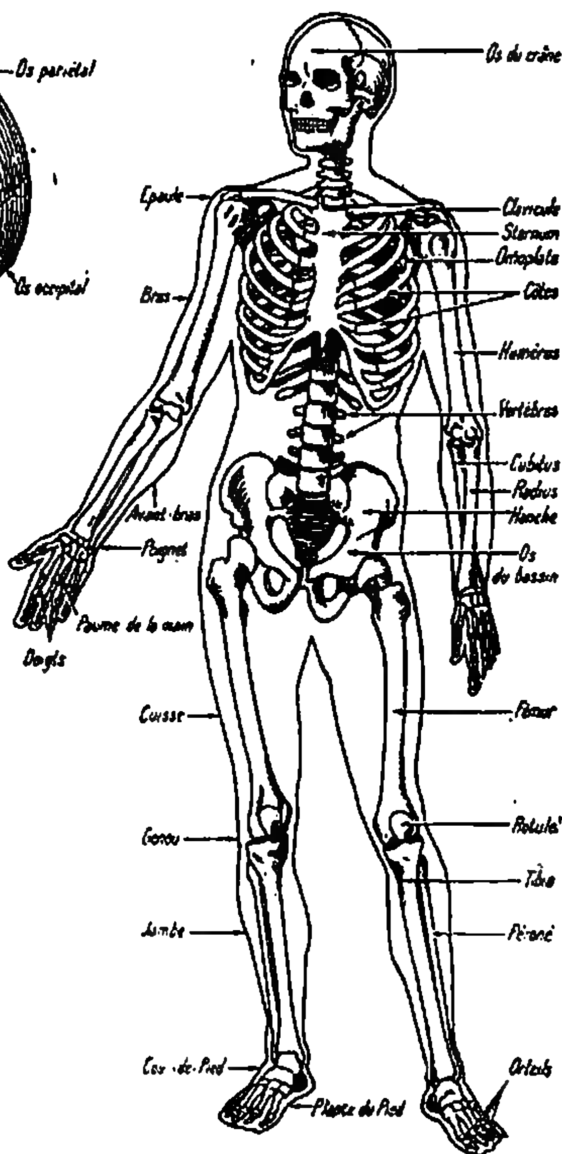


Os de la tête.

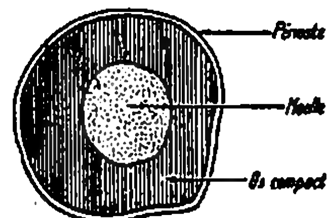




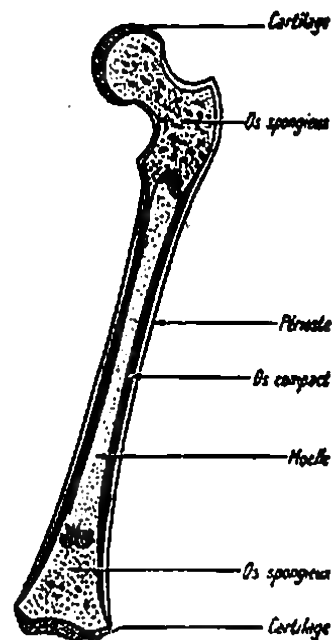
Vertèbre lombaire.



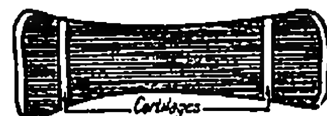
Squelette de l'homme.



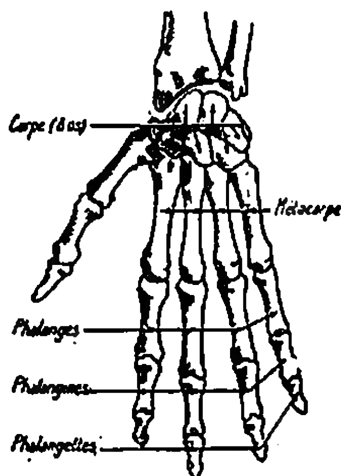
Coupe transversale du fémur.



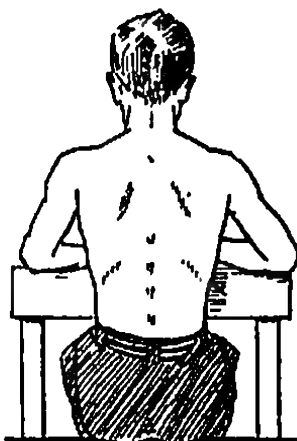
Coupe longitudinale du fémur.

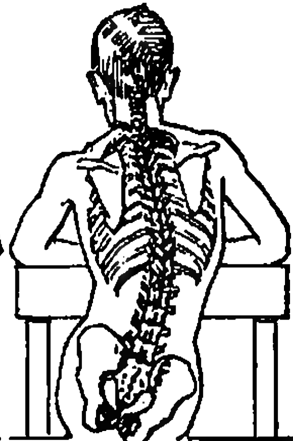


L'os s'accroît en longueur par les parties cartilagineuses.



Les os de la main.


Bonne tenue.



Une mauvaise tenue expose l'enfant aux déviations de la colonne vertébrale *(scoliose)*.

L'homme peut se mouvoir grâce à son **squelette** et à ses **muscles.** Son **système nerveux** et ses **organes des sens** lui permettent de connaître le monde qui l'entoure.

Ces différentes fonctions portent le nom de : fonctions de relation.

LE SQUELETTE

Le squelette, formé d'os, constitue la charpente du corps.

I. — Forme des os.

Les os ont des formes et des dimensions variées. Ceux des membres sont allongés, étroits dans la partie médiane, renflés aux extrémités. Ceux des doigts et du poignet sont courts, ceux du crâne sont minces et lisses.

La plupart des os présentent de nombreuses saillies sur lesquelles s'attachent les muscles qui font mouvoir les os.

II. — Structure des os.

Sur la coupe d'un os on peut distinguer :

1° **Le périoste,** membrane mince et résistante qui entoure l'os et adhère fortement à lui. Aux extrémités des os longs, le périoste est remplacé par du *cartilage.*

2° **L'os proprement dit,** qui est dur dans la région moyenne et spongieux aux extrémités et parcouru par des vaisseaux capillaires qui nourrissent l'os.

3° **La moelle,** au centre de l'os.

III. — Composition chimique des os.

Les os sont formés de **matière minérale** (phosphate et carbonate de chaux) et d'**osséine.** *L'osséine est la partie vivante de l'os et se compose de cellules osseuses.* En laissant pendant quelques jours un os dans l'acide chlorhydrique étendu d'eau, la matière minérale se dissout et il reste l'osséine qui, dans l'eau bouillante, se transforme en *gélatine.* En faisant brûler l'os, l'osséine disparaît et il reste la partie minérale.

IV. — Développement des os.

Dans le jeune âge, l'os est tendre, cartilagineux. Il se transforme ensuite en tissu osseux, d'abord au milieu, puis aux extrémités. *Par les parties cartilagineuses qui restent, l'os s'accroît en longueur.* Entre 20 et 25 ans, ces parties deviennent osseuses à leur tour et l'os cesse de grandir.

L'accroissement d'un os en épaisseur se fait par le périoste. C'est aussi grâce au périoste, qui fabrique de l'os, que les portions d'un os fracturé se ressoudent.

Le squelette de l'enfant, incomplètement ossifié, peut se déformer facilement. Il importe donc de veiller à la bonne tenue du corps. Une attitude incorrecte expose l'enfant aux déviations de la colonne vertébrale (scoliose). En faisant marcher un bébé trop tôt, on risque également de lui déformer les jambes.

Les aliments doivent contenir les sels de chaux nécessaires à la formation des os. Privé de sels calcaires, le squelette reste mou et se déforme.

V. — Principaux os du squelette.

Étudier la nomenclature des os sur les gravures.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Que savez-vous de la structure des os : 1° chez un jeune enfant ? 2° chez un adulte ? Indiquez quelques conséquences pratiques des faits exposés.* (C. E. Constantine.) — 2° *Les déformations du squelette chez l'enfant ont-elles quelque rapport avec l'alimentation ? En cas de fracture, quelle médication le médecin recommande-t-il ?*

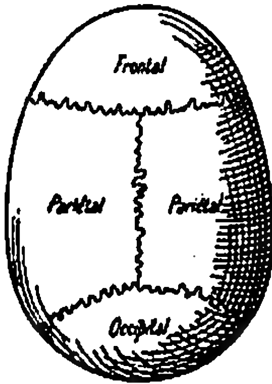


Fig. 1. Articulations immobiles (*Os du crâne*).

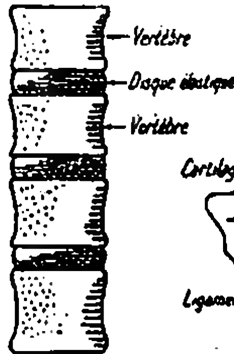


Fig 2 Articulations peu mobiles des vertèbres.

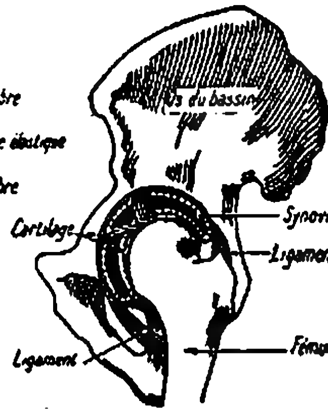


Fig. 3. Articulation mobile de la hanche.


Fig. 4 Le médecin remet à leur place les os luxés

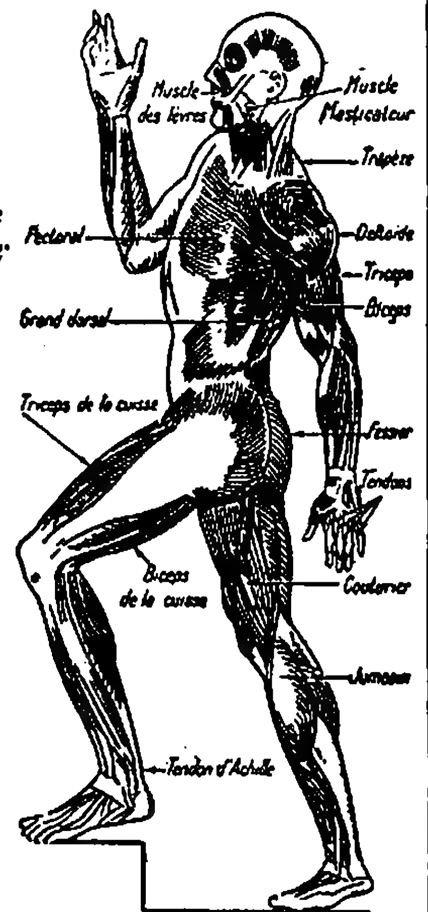


Fig. 5. Les principaux muscles du corps humain.

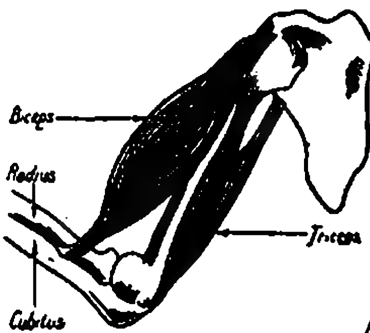


Fig. 6 Le biceps rapproche l'avant-bras du bras.

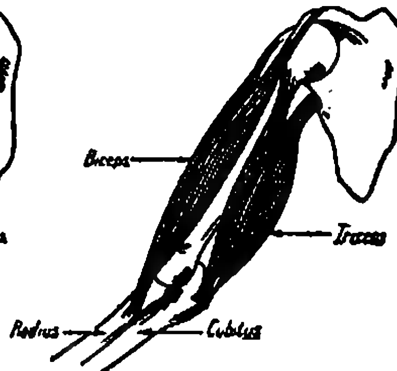


Fig. 7 Le triceps étend le bras.

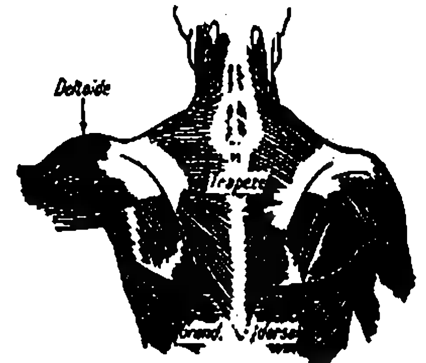
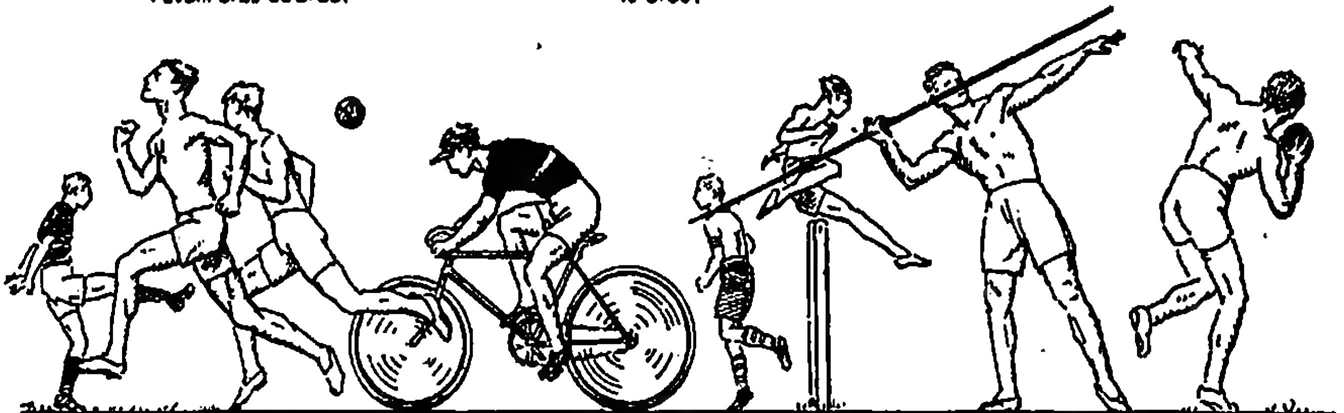


Fig. 8. Muscle trapèze


Fig. 9. Les sports et la gymnastique développent et assouplissent les muscles.

LES ARTICULATIONS

Les articulations assemblent les os entre eux.

Il y a des *articulations immobiles* (os du crâne), des *articulations peu mobiles* (vertèbres) et des *articulations très mobiles* (coude, genou, hanche, poignet, doigts, etc.).

Dans une articulation mobile les extrémités des os qui s'emboîtent l'une dans l'autre sont re couvertes de **cartilage**lisse et élastique, lubrifié par un liquide spécial, la **synovie.** Des ligaments très solides relient fortement les os d'une articulation.

A la suite d'un mouvement brusque et violent, ces ligaments peuvent se distendre ou se déchirer : on dit qu'il y a *foulure* ou *entorse.* Dans la *luxation,* les os sont déboîtés. Il faut alors les remettre à leur place par des massages ou en tirant sur le membre. Le blessé doit rester au repos.

LES MUSCLES

Les muscles forment la chair. Ils sont constitués de *cellules allongées* ou *fibres musculaires réunies en faisceaux.* Les muscles sont fixés aux os par leurs extrémités, appelées *tendons.* Il ne faut pas confondre ces tendons, formés d'une substance fibreuse et élastique, de couleur blanche, avec les nerfs.

I. — Fonctionnement d'un muscle.

Un muscle peut se contracter sous l'influence de la volonté ou d'un excitant (pincement, choc courant électrique, etc.). Pendant la contraction, le muscle devient dur, augmente de grosseur, mais diminue de longueur. Il en résulte un rapprochement des os sur lesquels il est fixé.

Les os agissent comme de véritables leviers actionnés par les muscles (voir 2e leçon).

II. — Les muscles du corps humain sont très nombreux.

Il y en a 500 environ (voir la nomenclature des muscles sur les figures).

III. — Le travail des muscles.

Pendant leur travail, les muscles s'alimentent davantage et reçoivent, pour cette raison, beaucoup plus de sang qu'au repos. Ils utilisent surtout le *sucre* et les *féculents transformés en sucre* par la digestion. Les résidus de la nutrition sont également plus abondants. Un exercice excessif amène la *fatigue* et la *courbature,* car les déchets sont alors incomplètement éliminés. Le *massage,* en activant la circulation du sang, fait disparaître la fatigue.

Les exercices physiques développent et assouplissent les muscles en même temps qu'ils activent les fonctions de nutrition. Les muscles qui travaillent s'accroissent plus que ceux qui restent inactifs. Les jambes des coureurs, les bras du forgeron sont, pour cette raison, beaucoup plus développés que ceux des personnes sédentaires.

Les exercices violents sont cependant nuisibles à la santé. Ils amènent l'*essoufflement* et des *palpitations* (battements précipités du cœur).

Pratiquons intelligemment les sports et la gymnastique, afinde produire un développement harmonieux de tous nos muscles, condition de la beauté.

Exercices oraux ou écrits.

Montrez toute la diversité des mouvements qu'il nous est possible d'accomplir avec la main. A quoi tient essentiellement cette possibilité ? Comparez à ce sujet la main au pied. Comptez le nombre des articulations qu'on rencontre dans la main.

41. — LE SYSTÈME NERVEUX

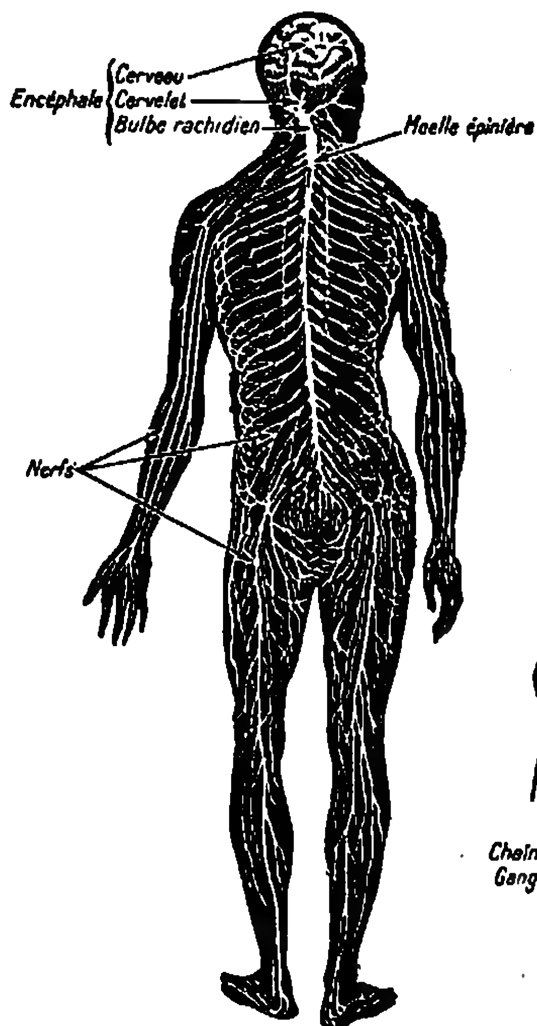


Fig. 1. Système nerveux de l'homme *(vue d'ensemble)*.

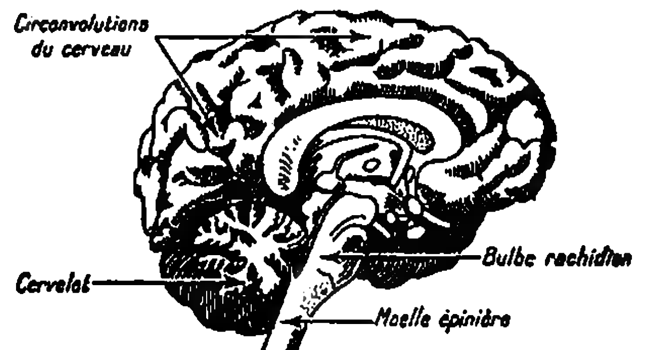


Fig. 3. Coupe longitudinale de l'encéphale.

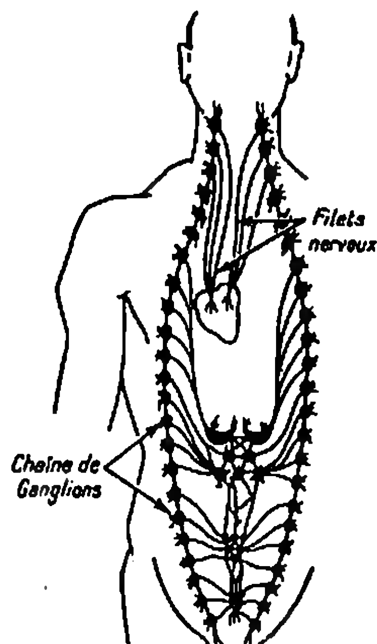


Fig. 2. Schéma du système sympathique.

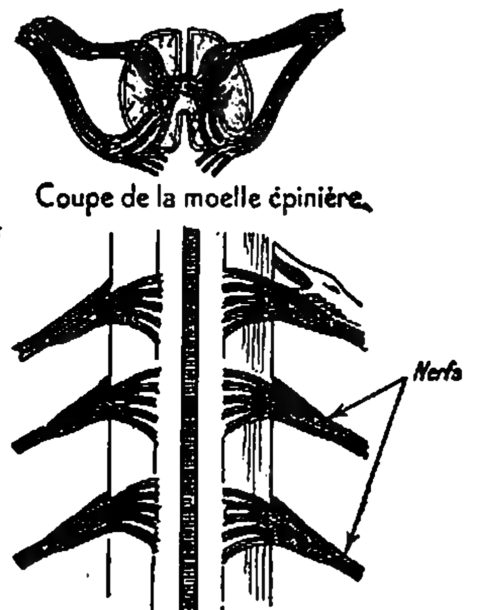


Fig. 4. Fragment de moelle épinière montrant les nerfs qui s'en détachent.

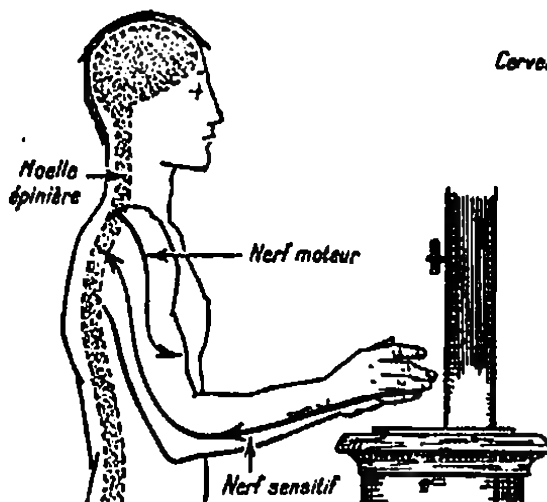


Fig 5. Schéma d'un mouvement involontaire *(réflexe)*.

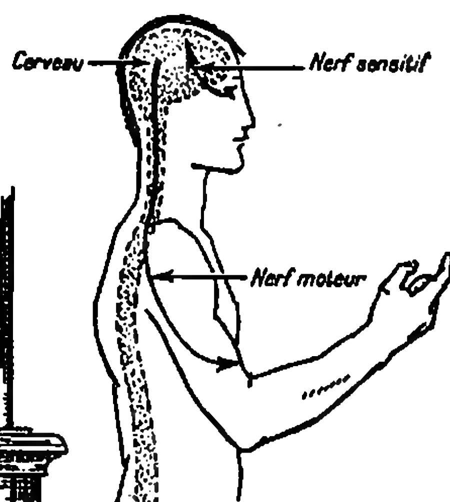


Fig. 6. Schéma d'un mouvement volontaire.

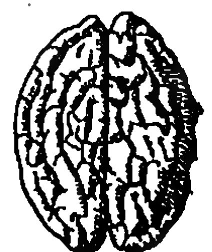


Fig. 7. Cerveau sain.

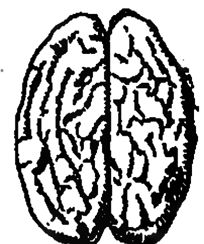


Fig. 8. Cerveau altéré d'alcoolique *(méningite)*.

Le système nerveux de l'homme assure le fonctionnement régulier de tous ses organes. Mais c'est encore grâce à lui, en particulier au cerveau, que l'homme arrive à connaître le monde qui l'entoure, et qu'il peut sentir et penser.

I. — Description du système nerveux.

1° **Les centres nerveux** comprennent : l'*encéphale* et la *moelle épinière.*

L'encéphale, logé dans le crâne, est formé du *cerveau*, du *cervelet* et du *bulbe rachidien.* Il se continue directement par la moelle épinière, située dans le canal rachidien.

2° **Les nerfs,** issus des centres nerveux, sont de longs cordons blancs qui se détachent de l'encéphale (*nerfs crâniens*) ou de la moelle épinière (*nerfs rachidiens*). Ils se rendent dans toutes les parties du corps.

3° **Le système sympathique** est constitué de ganglions d'où se détachent les nerfs sympathiques.

II. — Rôle du système nerveux.

1° Grâce à la **moelle épinière** et aux **nerfs rachidiens** se produisent les *mouvements involontaires et irréfléchis* appelés *réflexes.*

2° **Le cerveau** nous permet d'éprouver des *sensations* et d'accomplir des *mouvements volontaires.* Il est aussi le siège de la *mémoire* et de l'*intelligence.*

Le bulbe rachidien, appelé *nœud vital,* règle les mouvements du cœur et les mouvements respiratoires.

Le cervelet intervient dans l'équilibre du corps.

3° **Les nerfs** peuvent être comparés à des fils conducteurs qui relieraient les différentes parties du corps à une sorte de bureau central constitué par les centres nerveux. Les uns transmettent aux centres nerveux les impressions reçues par les organes : ce sont les *nerfs sensitifs.* Les autres transmettent aux muscles les ordres provenant des centres nerveux : ce sont les *nerfs moteurs.*

4° **Système grand sympathique.** Les nerfs qui proviennent des ganglions nerveux se rendent dans les organes de la nutrition (estomac, intestin, rein, etc.), dont ils réglementent l'activité.

III. — Hygiène du système nerveux.

L'alcool altère la substance nerveuse et peut engendrer la paralysie, l'idiotie et la folie. *L'abus du tabac affaiblit la mémoire. Le café et le thé sont des excitants du système nerveux.* On ne doit faire de ces substances qu'un usage modéré.

Le système nerveux ne doit pas être surmené. Il faut donc éviter le travail intellectuel excessif et les émotions violentes. Le *sommeil* (au moins 8 heures par jour) donne au système nerveux le repos qui lui est nécessaire.

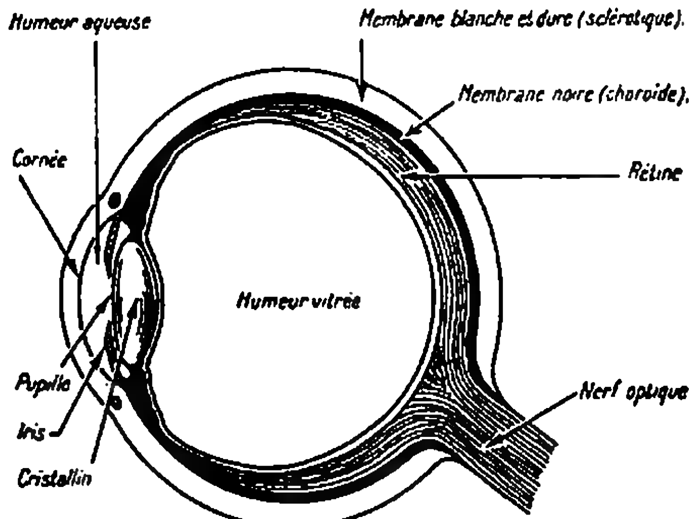


Fig. 1. Coupe de l'oeil.

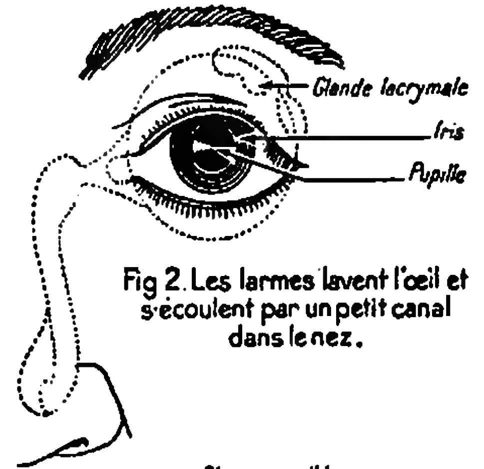


Fig 2. Les larmes lavent l'oeil et s'écoulent par un petit canal dans le nez.

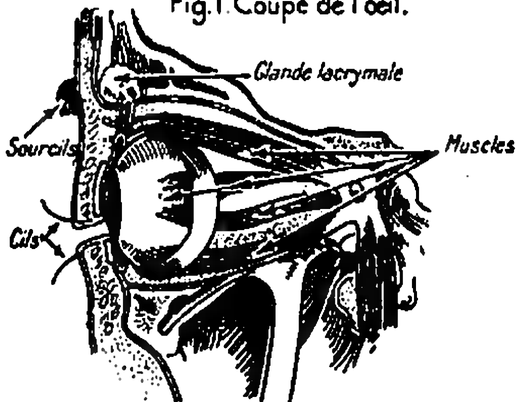


Fig. 3. Parties annexes de l'oeil.

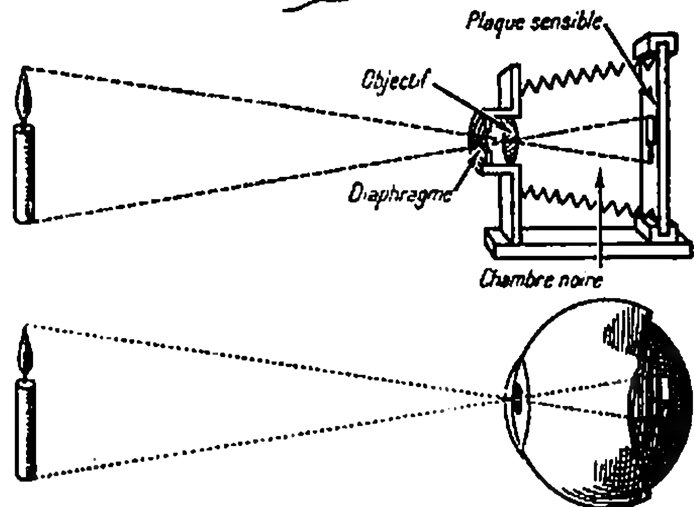


Fig. 4. L'oeil est comparable à un appareil photographique.



Fig. 5. Enfant myope.



Fig. 6. Oeil myope.
L'image qui se formerait en A' est reportée sur la rétine par la lentille biconcave.

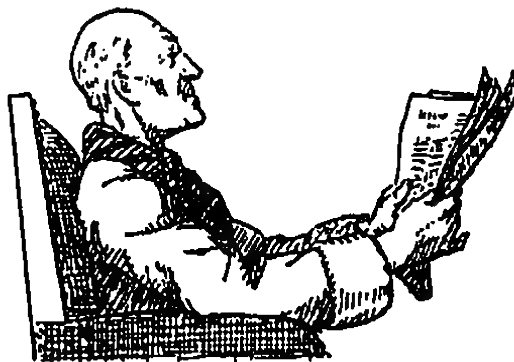


Fig. 7. Personne âgée presbyte.

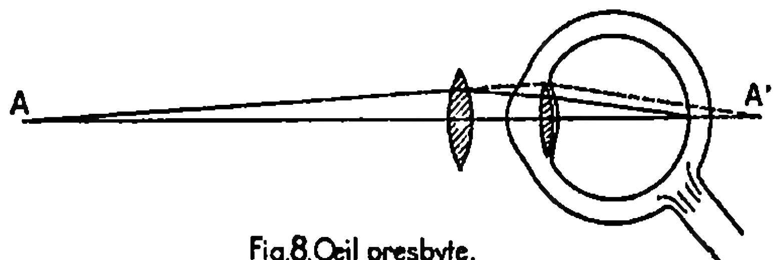


Fig. 8. Oeil presbyte.
L'image qui se formerait en A' est ramenée sur la rétine par la lentille biconvexe.

LES ORGANES DES SENS

Les organes des sens recueillent les *impressions* venues du dehors et les transmettent par des nerfs au cerveau. Elles sont alors connues de nous, c'est-à-dire transformées en *sensations*. Les organes des sens de l'homme comprennent : l'*œil*, l'*oreille*, le *nez*, la *langue* et la *peau*.

LA VUE

La vue nous fait connaître la forme, la couleur, la grandeur et la situation des objets.

I. — L'œil.

L'organe de la vue est l'**œil**, placé dans une cavité du crâne appelée *orbite*. Il est comparable à un appareil photographique.

Le globe de l'œil est formé de *milieux transparents* entourés de 3 membranes : la *sclérotique*, la *choroïde* et la *rétine*.

La **sclérotique** est la membrane extérieure, blanche et dure, nommée aussi *blanc de l'œil*. En avant, elle est bombée et transparente et porte le nom de *cornée transparente*

La **choroïde**, membrane noire, recouvre intérieurement la sclérotique et transforme ainsi le fond de l'œil en véritable *chambre noire*. En avant, elle se colore de teintes diverses suivant les personnes et forme l'**iris** percé d'une ouverture, la **pupille**, qui s'ouvre plus ou moins pour laisser passer la lumière, comme le *diaphragme* de l'appareil photographique.

La **rétine**, qui tapisse l'intérieur de l'œil, est une *membrane sensible* à la lumière. Elle résulte de l'épanouissement du nerf optique.

Derrière la pupille est une lentille transparente, le **cristallin**, comparable à l'*objectif* de l'appareil photographique, mais il réalise lui-même la *mise au point* en modifiant sa courbure : c'est l'**accommodation.**

Les objets se photographient sur la rétine. L'impression lumineuse est alors transmise au cerveau par le nerf optique.

L'œil est protégé par les **paupières**, les **cils** et les **sourcils.** Les *larmes* le maintiennent humide et lavent sa surface en entraînant les poussières.

Six **muscles moteurs** permettent à l'œil de se mouvoir dans toutes les directions.

Les principaux défauts de l'œil sont : la **myopie**, l'**hypermétropie**, la **presbytie**, que l'on peut corriger au moyen de verres spéciaux indiqués par le médecin.

II. — Hygiène de la vue.

Une lumière insuffisante ou vacillante fatigue l'œil et prédispose à la myopie. Une lumière trop vive est également nuisible pour l'œil. Les yeux, organes précieux et fragiles, demandent les plus grands ménagements.

43. — LES ORGANES DES SENS (Suite)

L'OUÏE — L'ODORAT — LE GOÛT — LE TOUCHER

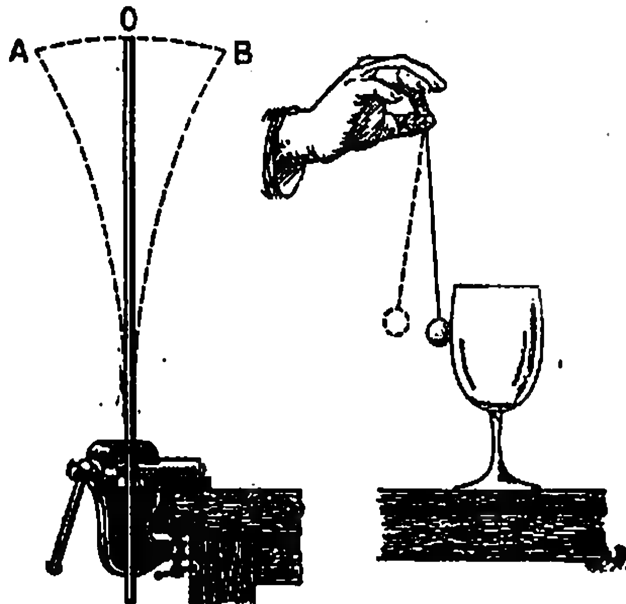


Fig. 1 et 2. Les sons sont produits par les mouvements vibratoires des corps élastiques.



Fig. 3. Production et propagation des ondes liquides. *(Les ondes sonores sont comparables aux ondes liquides).*

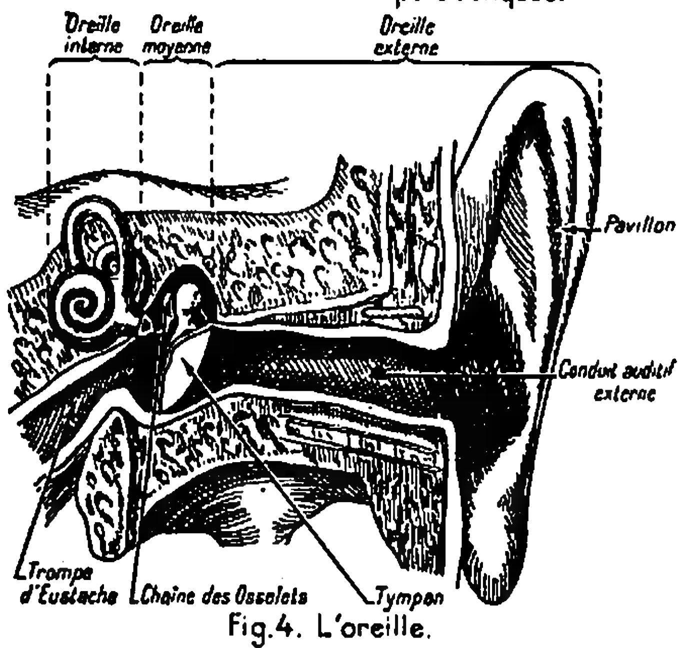


Fig. 4. L'oreille.

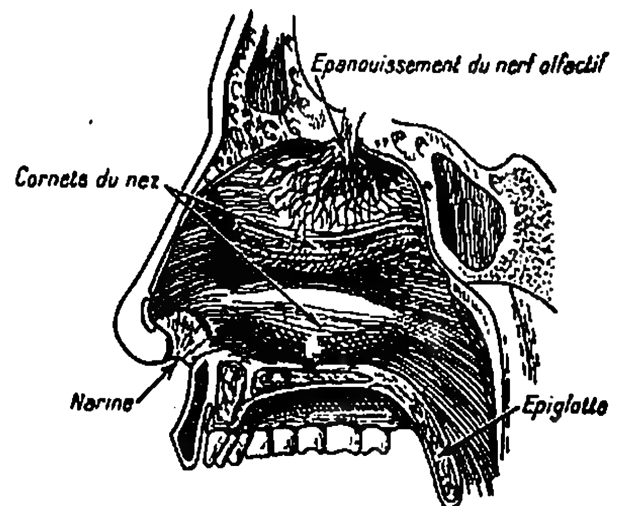


Fig. 5. Coupe des fosses nasales.

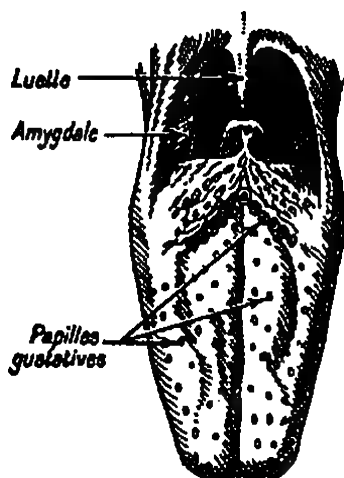


Fig. 6. La langue.

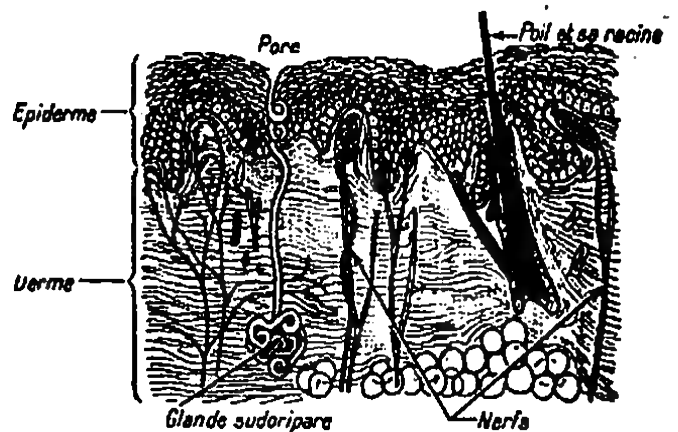


Fig. 7. Coupe de la peau *(très grossie).*

L'OUÏE. — L'ouïe nous permet d'entendre les sons et les bruits et d'apprécier leurs qualités (intensité, hauteur, timbre).

Les sons sont produits par les vibrations des corps élastiques. Les ondes sonores pénètrent dans l'oreille et arrivent jusqu'au nerf auditif qui conduit au cerveau l'impression reçue.

L'oreille comprend 3 parties :

1° **L'oreille externe.** Elle est formée d'un *pavillon cartilagineux* présentant de nombreux replis. Du pavillon part le *conduit auditif externe,* garni de glandes sécrétant un liquide épais, le *cérumen.* Le fond du conduit est fermé par une membrane mince et élastique, le *tympan.*

Le pavillon recueille les ondes sonores et le conduit auditif les transmet jusqu'au tympan.

2° **L'oreille moyenne.** C'est une cavité qui communique avec l'arrière-bouche par la *trompe d'Eustache.* Elle est traversée par la *chaîne des osselets* qui transmet les vibrations du tympan à l'oreille interne.

3° **L'oreille interne.** C'est une cavité compliquée où se ramifie le *nerf auditif.* Celui-ci transmet au cerveau les impressions sonores. C'est alors que nous entendons les sons.

Hygiène de l'ouïe. — Il faut maintenir le pavillon très propre et enlever avec soin le cérumen, qui pourrait obstruer le conduit auditif. Mais on ne doit pas utiliser pour cela d'objet pointu capable de perforer le tympan.

L'ODORAT. — **Le nez,** organe de l'odorat, comprend deux cavités, appelées *fosses nasales,* séparées par une cloison. Les fosses nasales s'ouvrent à l'extérieur par les *narines* et communiquent aussi en arrière avec le *pharynx.* Leur paroi interne est tapissée par une membrane toujours humide, la *muqueuse nasale,* dans laquelle se ramifie le *nerf olfactif.*

Les particules gazeuses ou solides émises par les corps odorants viennent impressionner les terminaisons du nerf olfactif, qui transmet les impressions au cerveau. Il faut tenir le nez en état de propreté et soigner les rhumes de cerveau.

LE GOÛT. — **La langue** est l'organe du goût. Elle est tapissée de petites saillies appelées *papilles,* qui renferment les terminaisons du *nerf du goût.* Celles-ci ne peuvent être impressionnées que par les corps dissous dans la salive. Le goût nous permet d'apprécier les saveurs. Il peut être émoussé par l'abus des aliments trop épicés ou des boissons alcooliques.

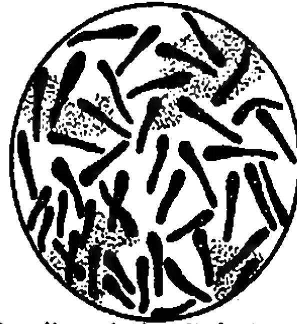
LE TOUCHER. — **La peau** est l'organe du toucher. Elle comprend deux couches : l'*épiderme,* à l'extérieur, et le *derme* situé au-dessous. Dans le derme se trouvent les *corpuscules du tact,* renfermant des terminaisons nerveuses. Le toucher nous permet d'apprécier la forme, la dureté et la température des corps. L'extrémité des doigts possède une sensibilité particulière, capable de nous faire percevoir les plus faibles impressions.

La peau renferme les *glandes sudoripares* qui produisent la sueur, et les *glandes sébacées,* sécrétant un liquide gras qui assouplit les poils.

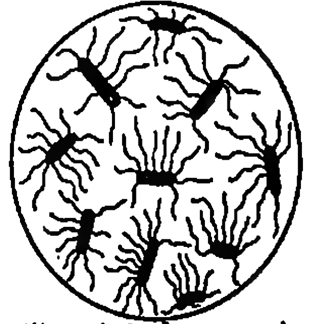
La peau contribue largement à l'excrétion et un peu à la respiration. Pour lui permettre d'accomplir ses fonctions, on doit la tenir très propre.



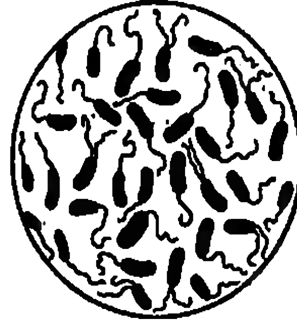
Pasteur dans son laboratoire d'après Ebelfeldt.



Bacilles de la diphtérie.



Bacilles de la fièvre typhoïde.



Bacilles du choléra.



Bacilles de la tuberculose.



Désinfection d'un appartement au formol.



Vaccination contre la diphtérie.



Traitement de la tuberculose des os, des articulations, des glandes, du péritoine, dans un sanatorium.



L'école au soleil.

Les microbes.

Les microbes sont les êtres vivants les plus simples et les plus petits : leur corps est constitué d'une seule cellule. Ils sont extrêmement nombreux et répandus. C'est un grand savant, Pasteur, qui a découvert leur existence un peu avant 1870.

Microbes utiles. — De nombreux microbes interviennent dans la fabrication du vin et autres boissons fermentées, du vinaigre, du pain, du fromage, etc.... D'autres décomposent les débris des végétaux et des animaux enfouis dans le sol et les transforment en nitrates indispensables aux végétaux. Tous ces microbes sont des plus utiles.

Microbes nuisibles. Maladies contagieuses. — Certains microbes peuvent vivre et se multiplier à l'intérieur du corps de l'homme. Ils y sécrètent de véritables poisons ou *toxines*. Lorsque les globules blancs défendent mal l'organisme, ces microbes produisent de graves maladies. Celles-ci peuvent se propager du malade à d'autres individus : on dit qu'elles sont *contagieuses*. Parmi ces dernières, citons : la fièvre typhoïde, la diphtérie, la rougeole, la scarlatine, la coqueluche, etc....

Moyens d'éviter les maladies contagieuses.

1° **Isolement et désinfection.** Un malade contagieux doit être isolé. Son linge, ses objets personnels, sa chambre doivent être désinfectés après guérison.

2° **Vaccins et sérums.** Les *vaccins* sont constitués par des microbes ou par leurs toxines rendus inoffensifs. Ils *préservent* des maladies contagieuses. L'organisme vacciné est dit « *immunisé* ». On vaccine principalement contre la *variole*, la *diphtérie*, la *typhoïde*, la *rage*.

Les *sérums* proviennent du sang d'animaux préalablement vaccinés. Ils permettent de *guérir* certaines maladies : *diphtérie*, *pleurésie*, *méningite*, *tétanos*, etc....

Plus l'injection d'un sérum est hâtive, plus celui-ci a de chances d'être efficace.

LA TUBERCULOSE

La tuberculose est une maladie des plus répandues et des plus dangereuses. Elle tue chaque année, en France, près de 100.000 personnes.

La tuberculose frappe l'homme à tout âge et peut atteindre ses différents organes. Le microbe de cette maladie envahit de préférence les poumons, mais peut se localiser aussi dans l'intestin, le rein, les os et les méninges.

La tuberculose est contagieuse surtout quand l'organisme est faible. Les malades répandent les microbes autour d'eux lorsqu'ils toussent ou qu'ils parlent. Les crachats qu'ils rejettent en contiennent beaucoup. Aussi est-il possible de contracter la tuberculose par contagion.

Mais tout le monde ne devient pas tuberculeux avec la même facilité. Les individus vigoureux se défendent bien contre le microbe de la tuberculose ; au contraire, si l'organisme est affaibli, il lutte mal et la maladie se déclare. *L'alcoolisme, le surmenage, la misère, qui diminuent la résistance physique, prédisposent à la tuberculose.*

Lutte contre la tuberculose.

On peut se guérir complètement de la tuberculose si l'on se soigne à temps. Le meilleur moyen pour cela consiste à se reposer et à se fortifier. C'est ce que l'on fait dans des établissements spéciaux, les *sanatoria*.

Le meilleur moyen de se préserver de la tuberculose est de se faire un organisme vigoureux et résistant. Il faut pour cela vivre le plus possible au grand air, laisser entrer largement le soleil dans la maison, pratiquer l'exercice physique, observer une rigoureuse propreté et ne jamais consommer d'alcool.



Européen.



Arabe



RACE BLANCHE.



Japonaise.



Chinois.



RACE JAUNE.



Sénégalais.
RACE NOIRE.



Indien.
RACE ROUGE.



LES ANIMAUX

Les animaux étant extrêmement nombreux et variés, on les a classés en plusieurs *groupes.* Les animaux qui ont des caractères communs sont réunis dans un même groupe.

La classification des animaux comporte **8 embranchements :** les **Vertébrés,** les **Articulés,** les **Mollusques,** les **Rayonnés,** les **Vers,** les **Polypes,** les **Éponges** et les **Protozoaires.**

EMBRANCHEMENT DES VERTÉBRÉS

L'embranchement des Vertébrés comprend tous les animaux pourvus d'un squelette interne, en particulier d'une colonne vertébrale. Les Vertébrés ont le sang rouge. Leur système nerveux est situé dans la région dorsale ; leur appareil digestif, au-dessous, dans la région ventrale.

Cet embranchement se divise en **5 classes :** les **Mammifères,** les **Oiseaux,** les **Reptiles,** les **Batraciens** et les **Poissons.**

CLASSE DES MAMMIFÈRES

Ces animaux sont ainsi appelés parce qu'ils allaitent leurs petits au moyen de mamelles.

Les Mammifères ont été classés en **ordres,** dont les principaux sont : L'**Homme** (les **Bimanes**), les **Quadrumanes,** les **Carnivores,** les **Insectivores,** les **Rongeurs** et les **Ongulés.**

L'HOMME

L'Homme constitue à lui seul le groupe des **Bimanes** (deux mains). — Chacun de ses membres supérieurs est en effet terminé par une main. Il se tient naturellement debout.

Ce qui différencie l'**organisation physique** de l'Homme de celle des animaux les plus voisins de lui, c'est le développement de son système nerveux, et en particulier de son cerveau.

Mais l'Homme doit sa supériorité :

1o — à son **intelligence.** C'est grâce à elle qu'il peut vaincre les animaux ; c'est elle aussi qui lui permet de réaliser d'incessants progrès. Chaque jour apporte avec lui quelque invention nouvelle et il y a loin de la dure existence des premiers Hommes au bien-être dont nous jouissons aujourd'hui.

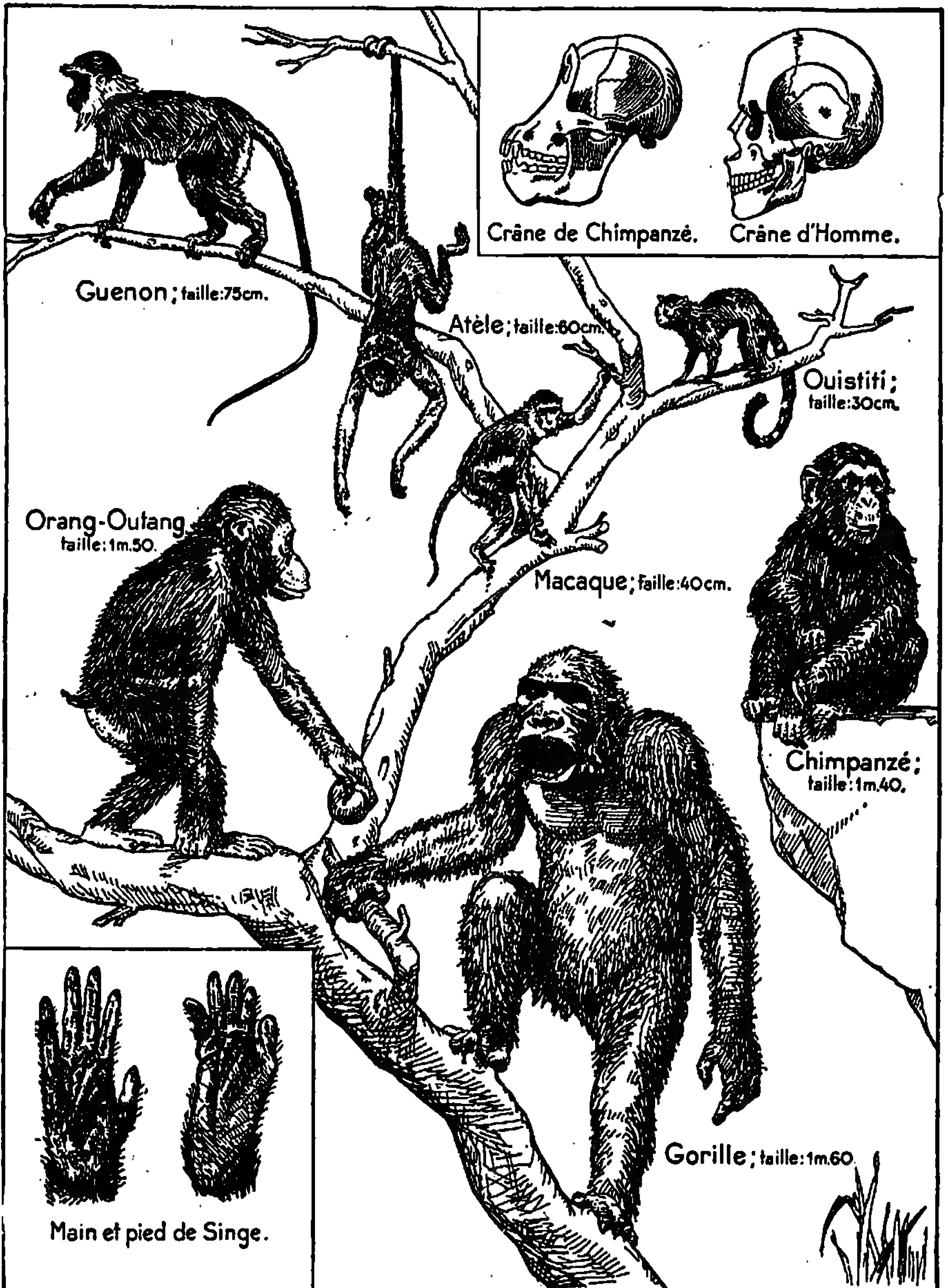
L'Homme est également doué d'un **langage articulé** qui lui permet d'exprimer ses pensées et de communiquer ainsi avec ses semblables. Il a imaginé l'**écriture,** grâce à laquelle l'humanité peut profiter de l'expérience du passé.

2o — à une **conscience** et à une **vie morale** qui l'élèvent au-dessus de l'animal.

Les différentes races d'Hommes sont : la **race blanche,** la **race jaune,** la **race noire** et la **race rouge.**

Exercices oraux ou écrits.

En utilisant les connaissances que vous avez acquises en histoire, montrez quels progrès constants ont été réalisés par l'humanité dans les domaines de l'éclairage, du chauffage, des moyens de locomotion et de l'habitation.


Crâne de Chimpanzé.
Crâne d'Homme.
Guenon ; taille : 75 cm.
Atèle ; taille : 60 cm.
Ouistiti ; taille : 30 cm.
Orang-Outang taille : 1m.50.
Macaque ; taille : 40 cm.
Chimpanzé ; taille : 1m.40.
Gorille ; taille : 1m.60
Main et pied de Singe.

Type : LE CHIMPANZÉ

Le **Chimpanzé** habite les forêts de l'Afrique occidentale et centrale. Il offre certaines ressemblances avec l'Homme, mais sa taille est plus petite (1 m, 40), son cerveau moins développé, ses bras plus longs. Son corps est couvert de poils, à l'exception de son visage dont l'expression mobile traduit des sentiments variés. Ses mâchoires proéminentes, son front étroit et fuyant, ses arcades sourcilières développées indiquent cependant la bestialité.

Ses pieds, comme ceux de tous les Singes, ont le *pouce opposable aux autres doigts* et peuvent ainsi saisir les objets, comme le font les mains.

Le Chimpanzé vit sur les arbres et se nourrit de fruits mûrs et d'oisillons. Il a 32 *dents*, comme l'Homme, mais ses canines sont plus développées.

Il s'apprivoise facilement. Intelligent et observateur, il peut apprendre aisément une foule de gestes amusants qu'il accomplit sur un signe ou une parole.

Les **autres Singes sans queue** sont : le **Gorille**, l'**Orang-Outang** et le **Gibbon**.

Les **Singes communs pourvus d'une queue** sont tous de taille inférieure. On distingue parmi eux :

1° **Ceux de l'ancien continent**, dont la queue ne peut saisir les branches. Ils ont 32 *dents*, des *bajoues* et des *callosités fessières*. Exemples : les **Macaques**, les **Guenons**, les **Cynocéphales** ou **Babouins**.

2° **Ceux du nouveau continent**, dont la *queue prenante* constitue une sorte de cinquième membre. Ils ont 36 *dents* et sont *dépourvus* de *bajoues* et de *callosités*. Exemples : les **Sapajous**, les **Atèles**, les **Singes hurleurs** et les **Ouistitis**.

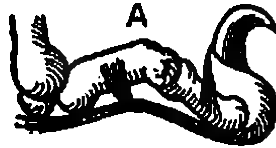
Exercices oraux ou écrits.

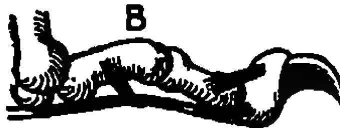
1° *Quelles sont les particularités de l'organisation du Chimpanzé ? Montrez les rapports de son genre de vie avec son organisation.* — 2° *Donnez des exemples montrant l'esprit d'imitation des Singes.*

47. — ORDRE DES CARNIVORES

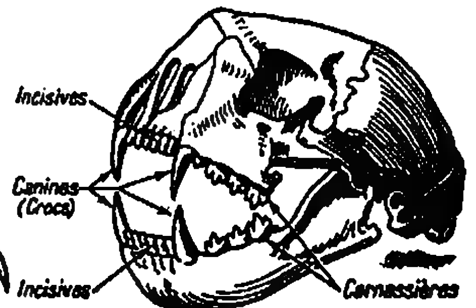


Chat domestique.





Griffe rétractile du Chat.
A, *Griffe rentrée*; B, *Griffe sortie*.



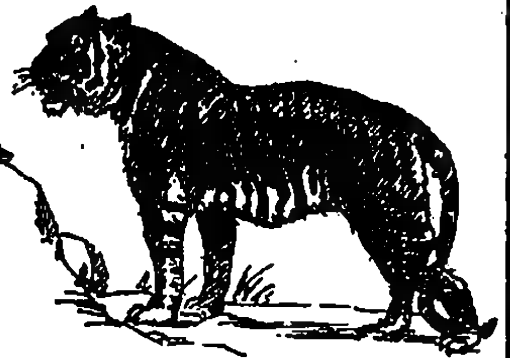
Crâne et dentition du Chat.



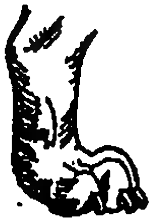
Lion et Lionne



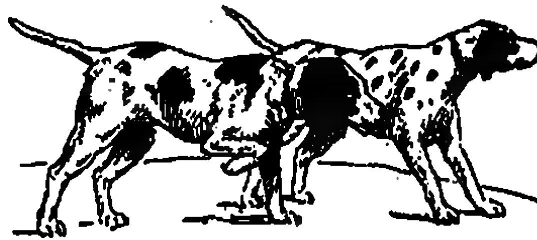
Panthère.



Tigre royal ; long., 1 m. 70.



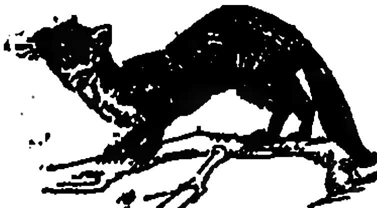
Patte du Chien.



Chiens d'arrêt.



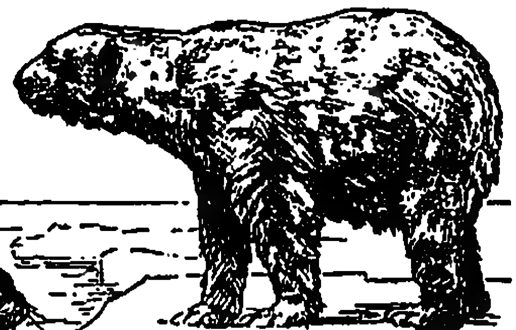
Hyène tachetée ; long., 1 m.



Marte ; long., 35 cm.



Belette ; long., 16 cm.



Ours blanc ; long., 2 m.



Morse ; long., 5 m.



Phoque.

1er Type : LE CHAT

Le **Chat** est un *mammifère digitigrade dont les griffes aiguës sont rétractiles.* Il est surtout caractérisé par sa *dentition.* Ses fortes mâchoires, qui fonctionnent comme les lames d'une cisaille, portent de petites incisives, des canines longues et pointues appelées *crocs,* et des molaires aux crêtes aiguës et coupantes. La dernière molaire de chaque demi-mâchoire est la *carnassière.*

La souplesse de son corps, la finesse de sa vue et de son ouïe en font un *chasseur* remarquable. Posé à l'affût, il bondit sur les proies vivantes qu'il retient dans ses griffes, déchire de ses crocs et dévore ensuite.

Ce *mangeur de chair* est le type des *Carnivores.*

Le **Lion,** le **Tigre,** la **Panthère** et autres grands fauves ont une organisation voisine de celle du Chat.

2me Type : LE CHIEN

Le **Chien** est un *digitigrade dont les griffes ne sont pas rétractiles* et s'émoussent de façon constante. C'est un *coureur* infatigable. Ses sens sont très développés, surtout *l'odorat.* Sa dentition ressemble à celle du chat, mais il a en plus, à chaque demi-mâchoire, 2 molaires broyeuses. Moins carnivore que le Chat, il s'accommode de la plupart de nos aliments.

Le **Chien domestique,** compagnon intelligent et dévoué de l'homme, est dressé pour la *chasse,* la *garde* des maisons, la *conduite des troupeaux,* le *sauvetage* des blessés et des voyageurs égarés dans les montagnes, ou utilisé comme *bête de trait.*

Les Carnivores de la famille du Chien sont: le **Loup** de Russie, très dangereux quand il chasse en bandes, l'**Hyène,** qui se nourrit de cadavres, le **Renard,** rusé et méfiant, grand destructeur de gibier et de volailles.

AUTRES CARNIVORES

La **Martre,** la **Fouine,** la **Zibeline,** le **Putois,** l'**Hermine,** le **Furet,** la **Belette,** le **Vison,** la **Loutre,** petits carnassiers très sanguinaires, ont le corps allongé, de belles fourrures, les pattes courtes.

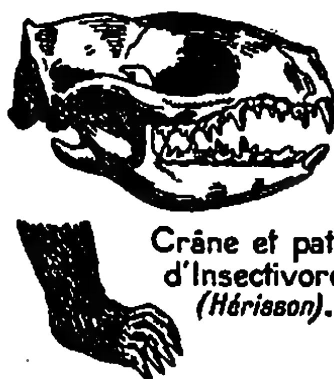
L'**Ours** marche sur la plante des pieds et sa nourriture est variée : c'est un *plantigrade omnivore,* ainsi que le **Blaireau.**

Les **Phoques, Otaries, Morses** sont des Carnivores aquatiques vivant dans les régions polaires.

Tous les animaux précédents sont organisés pour chasser. Leurs mâchoires portent des canines fortes et pointues, des molaires tranchantes. Ils se nourrissent de chair. Ils constituent l'ordre des **Carnivores.**



Le donjon de la taupe et ses galeries de chasse.



Crâne et patte d'Insectivore *(Hérisson)*.



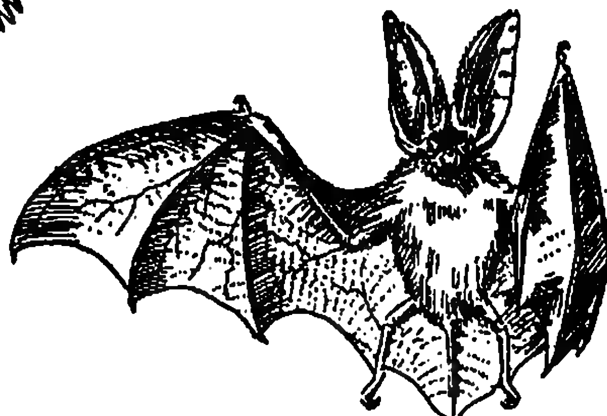
Hérisson.



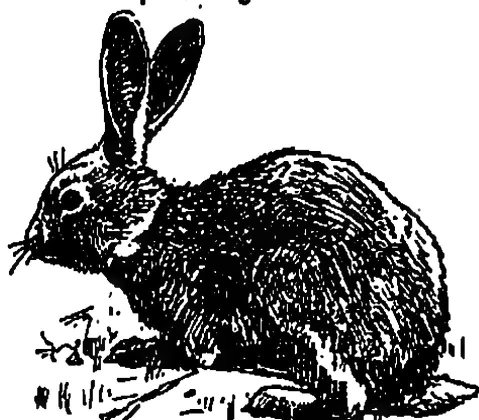
Taupe ; long., 12 cm.



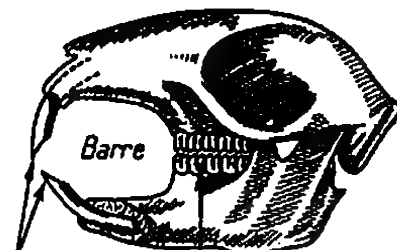
Patte de la taupe.



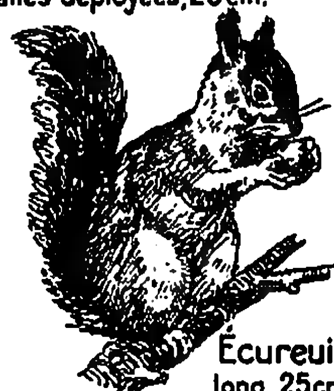
Chauve-souris (Oreillard). Largeur des deux ailes déployées, 20 cm.



Lapin de garenne.



Dentition du Lapin.



Écureuil; long., 25 cm.



Castors ; long., 65 cm.



Loir.



Campagnol; long., 9 cm.



Rat surmulot; long., 30 cm.

Souris; long., 7 cm.

1er Type : LA TAUPE

La **Taupe** est un petit animal qui vit dans les *galeries souterraines* qu'elle creuse dans le sol avec ses *pattes antérieures.* Celles-ci, *élargies en forme de pelle* et munies de *griffes tranchantes*, sont organisées pour fouir. La Taupe recherche dans la terre les Insectes, Larves, Vers, qu'elle croque avec ses *molaires hérissées de petites pointes.* Elle est donc utile, malgré les dommages qu'elle cause en coupant les racines et en soulevant par endroits la terre des champs (*taupinières*).

Le **Hérisson,** au dos couvert de piquants, et la **Musaraigne,** ressemblant à une petite souris, sont des animaux voisins de la Taupe.

2me Type : LA CHAUVE-SOURIS

La **Chauve-souris** est un mammifère organisé pour voler. *Ses ailes sont constituées par une membrane* fixée, d'une part, aux flancs de l'animal et, d'autre part, aux quatre membres et à la queue. Elle chasse la nuit, en plein vol, les Insectes dont elle se nourrit, ayant parfois accroché à ses poils son petit qu'elle allaite.

Tous les animaux précédents ont des molaires garnies de pointes qu'ils utilisent pour broyer les carapaces des Insectes dont ils se nourrissent : ce sont des **Insectivores.**

ORDRE DES RONGEURS

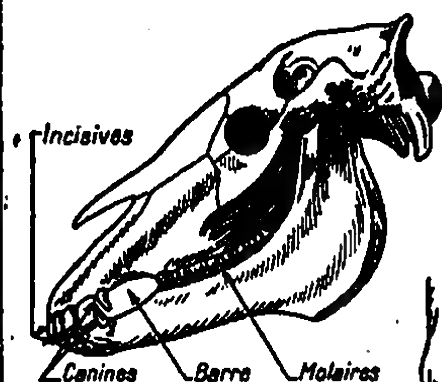
Type : LE LAPIN

Le **Lapin** est un mammifère herbivore reconnaissable à son corps allongé et souple, ses longues oreilles mobiles, ses pattes postérieures longues et fortes, qui lui permettent de fuir par bonds. *Il n'a pas de canines.* Ses *incisives,* très longues, taillées en biseau, s'usent sans cesse par frottement quand l'animal ronge, mais s'accroissent continuellement par la base. Ses *molaires* plates, à saillies transversales, fonctionnent comme des râpes, la mâchoire inférieure se mouvant d'arrière en avant.

Le **Lapin domestique** est élevé pour sa chair et sa fourrure. Le **Lapin de garenne,** dont la fécondité est prodigieuse, dévaste les récoltes : c'est un fléau pour nos campagnes.

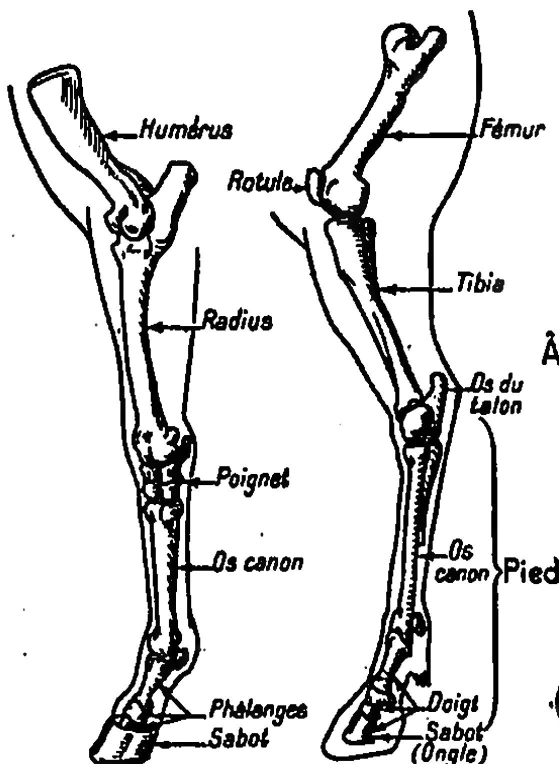
Les **autres Rongeurs** sont : le **Lièvre,** très craintif, coureur intrépide, l'**Écureuil,** à la queue touffue, agile grimpeur et sauteur, essentiellement arboricole, la **Marmotte,** animal hibernant vivant dans les montagnes, le **Castor,** aux pattes postérieures palmées et à la queue aplatie, remarquable par son industrie, les **Rats** et **Souris,** extrêmement nuisibles par les dégâts qu'ils causent et les maladies qu'ils propagent, le **Porc-Épic,** armé de piquants, et le **Loir,** à longue queue, grand mangeur de fruits.

*Tous les animaux précédents, qui constituent l'***ordre des Rongeurs,** *sont caractérisés essentiellement par leurs longues incisives à croissance continue.*



Dentition du Cheval.

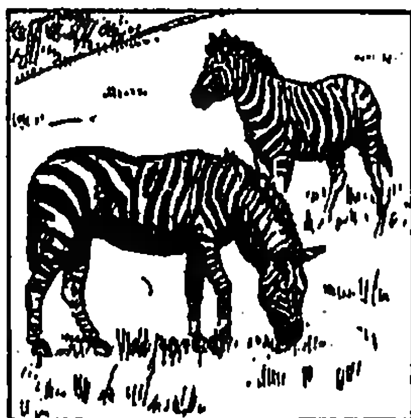

Sabot corné du Cheval.

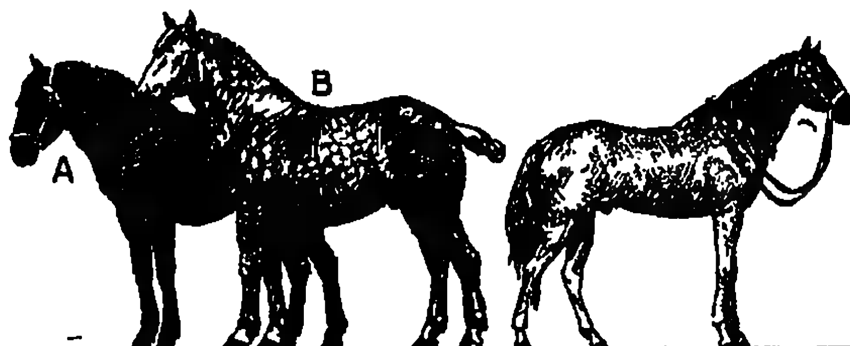


Squelette des pattes du Cheval.


Âne domestique; h. 1m50.

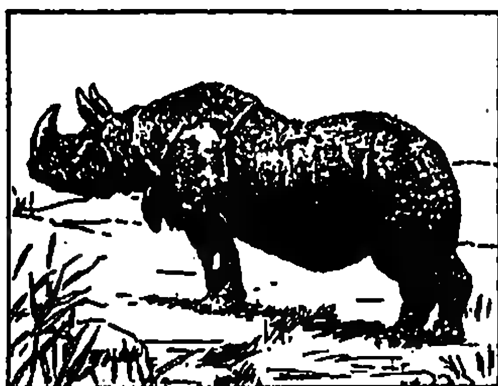

Mulet; h. 1m.65.

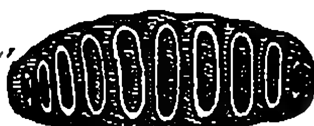

Zèbres; h. 1m.40

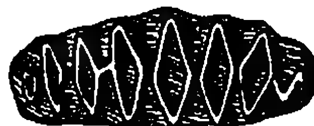


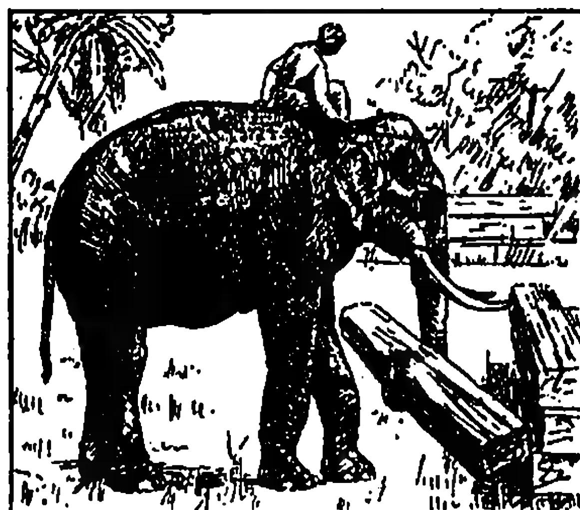
Chevaux de trait : A, ardennais ; B, percheron.

Cheval de selle. *(Race arabe).*


Rhinocéros unicorne ; long., 3m.50.


Molaire d'Éléphant d'Asie.


Molaire d'Éléphant d'Afrique.


Éléphant des Indes débardeur de madriers.
Hauteur de l'animal ; 3 à 4 m.

L'ordre des Ongulés comprend tous les Mammifères qui ont les extrémités des doigts recouvertes de grands ongles ou *sabots.*

ONGULÉS A NOMBRE DE DOIGTS IMPAIR. — Type : LE CHEVAL

Le **Cheval** est un bel et vigoureux animal aux formes harmonieuses, dont les pattes longues et finement musclées sont terminées par *un seul doigt*, protégé par un *sabot corné.* C'est un *digitigrade parfaitement adapté à la course.*

Sa *dentition*, faite pour *broyer* les herbes et les graines, comprend à chaque mâchoire : 6 fortes incisives, 2 canines très petites et 12 larges molaires broyeuses. Un espace vide, appelé *barre*, entre les incisives et les molaires, permet d'introduire le *mors.*

Malgré le développement de ses concurrents mécaniques, le Cheval reste un *auxiliaire précieux pour l'homme*, qui l'utilise comme *bête de selle et de trait.* Sa viande est très appréciée.

Les **animaux voisins du Cheval** sont : l'**Ane,** plus petit, aux longues oreilles, *sobre* et *patient ;* le **Mulet,** animal de bât et de trait, au *pied solide et sûr ;* le **Zèbre,** à la robe rayée de bandes noires.

Le Rhinocéros.

Le **Rhinocéros,** énorme animal à la *peau épaisse*, a les pattes terminées par 3 *doigts égaux.* Sa tête est armée d'une ou deux cornes placées sur le nez.

L'Éléphant.

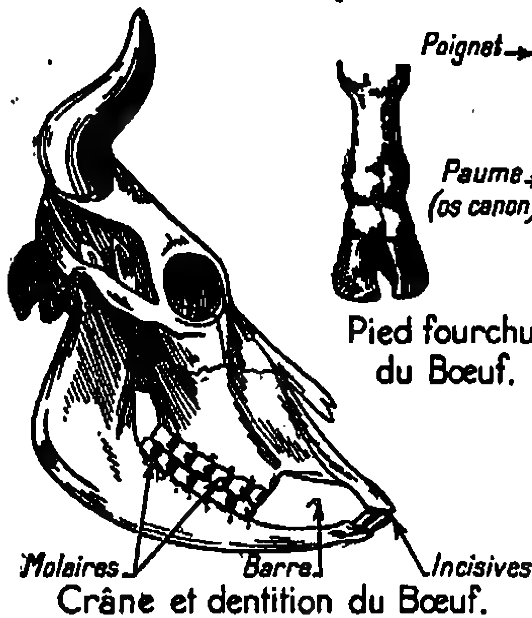
L'**Éléphant** est le plus gros des Mammifères terrestres. Son *corps massif, à la peau épaisse* et rugueuse, est supporté par 4 piliers à 5 *doigts.* Son nez, soudé à la lèvre supérieure, forme une *trompe préhensile.* Sa *dentition d'herbivore* est dépourvue de canines. Elle comprend 2 incisives transformées en belles *défenses* d'ivoire, et 4 énormes molaires broyeuses, remplacées 5 fois au cours de la vie de l'animal.

Les **Éléphants d'Afrique** vivent en troupes conduites par de vieux mâles, dans les forêts, au voisinage des rivières et des lacs.

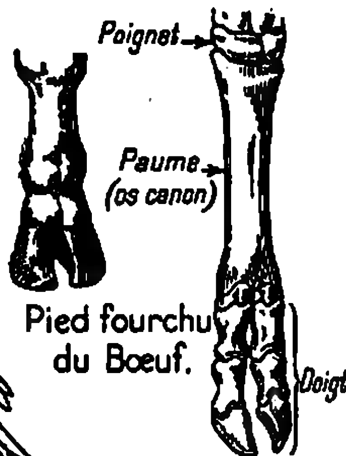
Les **Éléphants d'Asie,** plus petits et très intelligents, sont domestiqués. On les emploie comme animaux de trait pour transporter les bois. On les utilise aussi pour capturer les Éléphants sauvages et chasser les fauves dans la jungle.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Montrez que le Cheval est parfaitement adapté à la course.* — 2° *Le Cheval, l'Ane, le Mulet. Recherchez les caractères qui rapprochent et différencient ces trois animaux. Indiquez les services qu'ils nous rendent.*



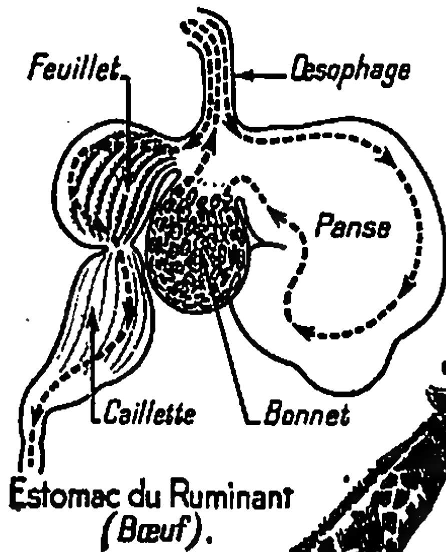
Crâne et dentition du Bœuf.



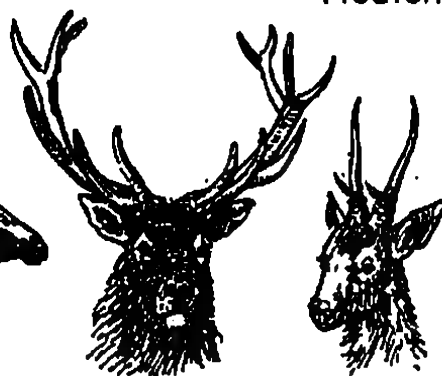
Pied fourchu du Bœuf.


Bœufs et Vaches au pâturage.

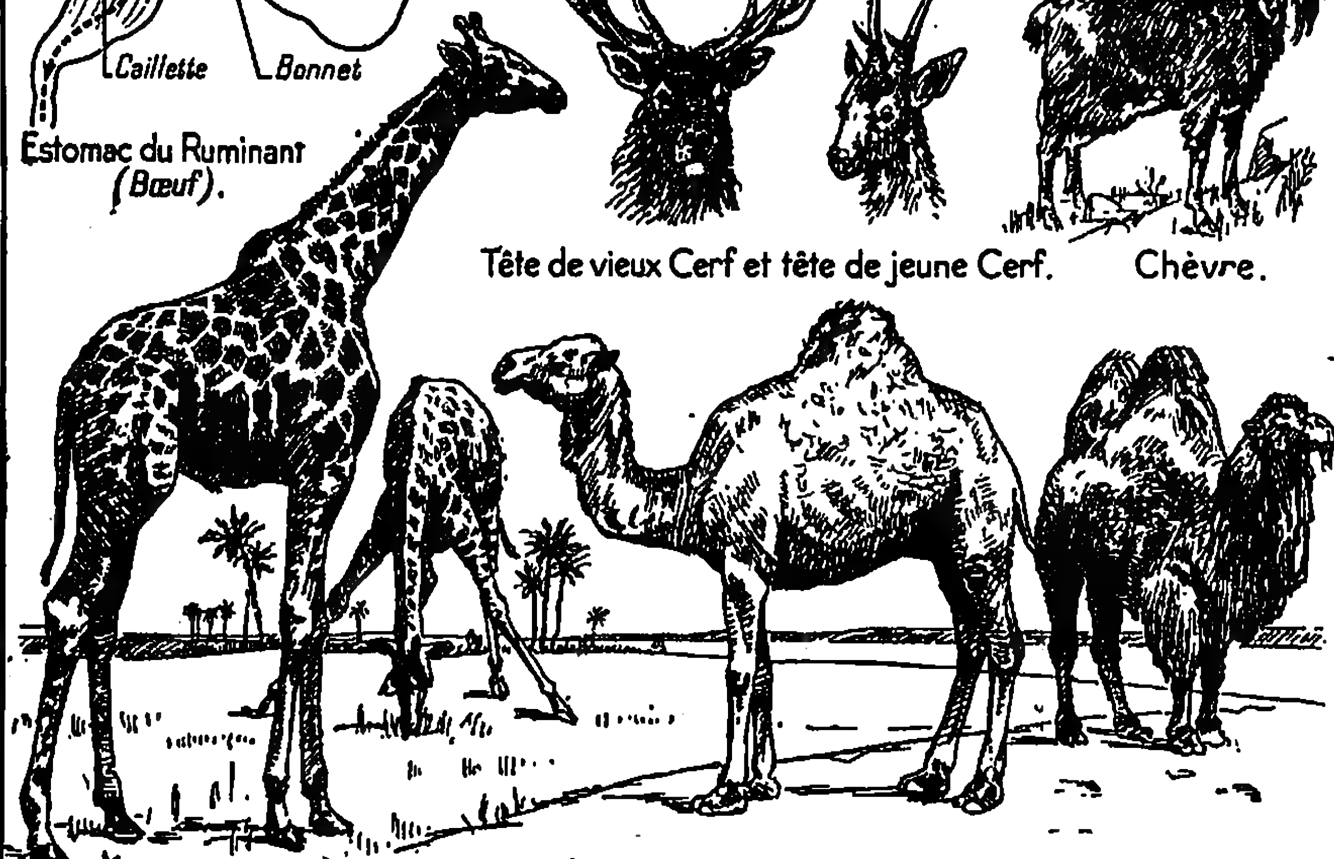

Moutons en troupeau.



Estomac du Ruminant (Bœuf).


Tête de vieux Cerf et tête de jeune Cerf.


Chèvre.


Girafes ; hauteur : 5m.50. Dromadaire ; hauteur : 2m.20. Chameau ; hauteur : 2m.25.

ONGULÉS A NOMBRE DE DOIGTS PAIR. — LES RUMINANTS

Type : LE BŒUF

Le Bœuf est un animal lourd, d'allure tranquille. Ses pattes ont, comme celles du Cheval, les doigts allongés et relevés au-dessus du sol. Mais elles se terminent par *deux sabots* (pieds fourchus). Le Bœuf est un *Ongulé à deux doigts.*

Sa tête, au front large et aplati, porte *deux cornes creuses et persistantes.* Sa *dentition* est incomplète : la mâchoire inférieure porte des incisives coupantes et des molaires broyeuses ; la mâchoire supérieure ne possède que des molaires, les incisives y sont remplacées par un bourrelet corné.

Le Bœuf est un *herbivore qui rumine.* Ce phénomène de la rumination est possible grâce au jeu particulier de l'*estomac, composé de 4 poches :* les aliments avalés rapidement s'accumulent dans la *panse.* Quand l'animal est au repos, ils sont ramenés à la bouche en passant par le *bonnet,* qui renferme de l'eau. Ils sont alors mastiqués longuement par les molaires qui fonctionnent comme des meules, la mâchoire inférieure pouvant se déplacer latéralement. Devenus presque liquides, ils passent dans l'œsophage et arrivent dans le *feuillet,* qui les triture encore, puis dans la *caillette,* véritable estomac sécrétant le suc gastrique. La digestion s'achève dans un *intestin très long* pouvant atteindre 50 mètres.

Le Bœuf et la Vache ont donné de nombreuses et belles races, élevées pour le *travail,* la *boucherie* ou le *lait.*

Les Ruminants voisins du Bœuf ont des cornes creuses et persistantes. Ce sont : le **Zébu** ou *Bœuf à bosse* de l'Inde et de Madagascar, le **Buffle** d'Afrique et d'Asie, le **Bison** d'Amérique.

Le **Mouton** est élevé pour sa chair, sa peau, sa toison qui fournit la laine, et son lait. La **Chèvre** donne un lait excellent, elle affectionne les montagnes. La chair de son petit, le *Chevreau,* est estimée.

D'autres Ruminants ont des cornes pleines et caduques. Ce sont : le **Cerf,** dont les cornes ou bois tombent et repoussent chaque année avec une branche nouvelle, le **Chevreuil,** le **Daim,** l'**Élan** et le **Renne,** animal de trait et de boucherie des Lapons.

La **Girafe** a des petites *cornes persistantes.* C'est le plus haut des Mammifères.

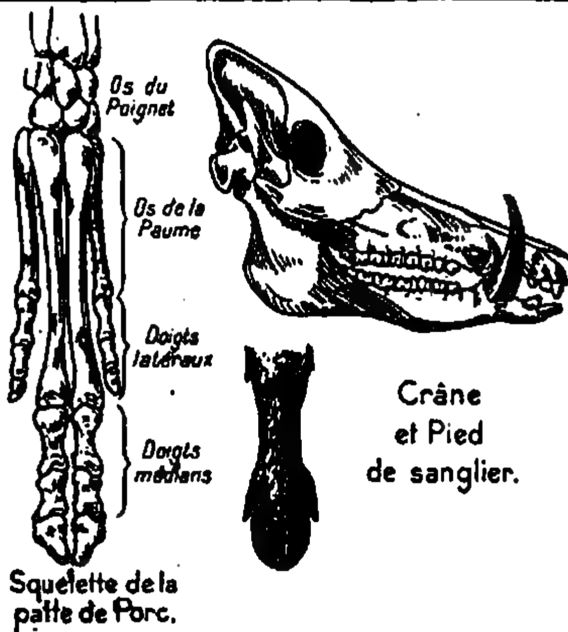
Le **Chameau** à deux bosses graisseuses et le **Dromadaire** à une bosse sont dépourvus de cornes et possèdent des incisives à la mâchoire supérieure. *Ils sont parfaitement adaptés aux régions désertiques.*

Tous les animaux précédents, qui appartiennent au groupe des **Ruminants,** *ont l'estomac constitué de quatre cavités et ruminent. Leurs pattes sont terminées par deux doigts recouverts de sabots.*

Exercices oraux ou écrits.

1° *Comparez la dentition d'un bœuf avec celle d'un chien.* (C. E. Seine.) — 2° *Qu'est-ce que la rumination ? Dessinez un estomac de ruminant.* (C. E. Oise.) — 3° *Pourquoi a-t-on appelé le Chameau le « vaisseau du désert » ?*

51. — PORCINS — CÉTACÉS — MARSUPIAUX

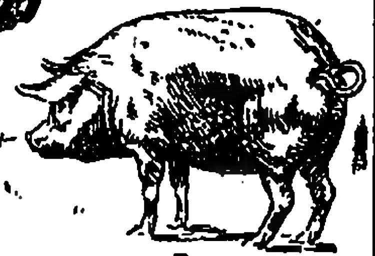


Squelette de la patte de Porc.

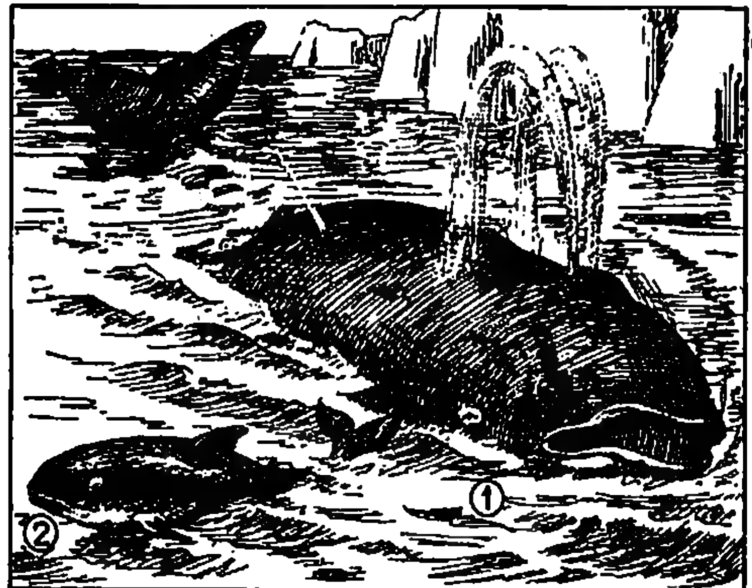
Crâne et Pied de sanglier.



Sanglier ; long., 1 m. 40.



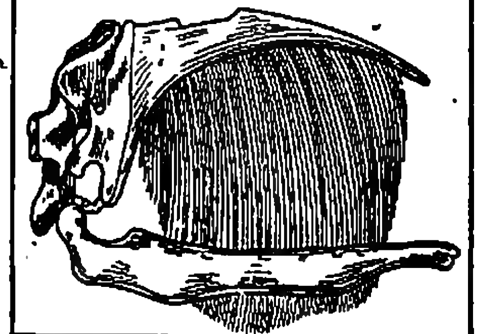
Porc.



(1) Baleine ; long. 25 m.
(2) Marsouin ; long. 2 m.



Hippopotame ; long., 4 m.



Crâne de baleine, avec les fanons.





Kangourou ; hauteur assis, 2 m. Ornithorhynque ; long. 40 cm. Échidné ; long. 30 cm.

Type : LE PORC

Le **Porc** est un animal au corps massif. Sa tête se termine par un *groin* avec lequel il fouille la terre. C'est un *ongulé à quatre doigts*, mais les deux doigts du milieu seuls touchent le sol par leur extrémité. *Sa dentition est complète ;* les canines supérieures recourbées vers le haut constituent de petites *défenses*.

Le Porc s'engraisse avec rapidité et fournit de nombreux produits utilisables (chair, sang, viscères, graisse, cuir, soies). La viande de Porc, qui peut transmettre des parasites (ténia, trichine), doit être consommée bien cuite.

Le Sanglier et l'Hippopotame sont des animaux voisins du Porc. Le **Sanglier** possède de *redoutables défenses ;* sa chair est estimée. Il vit dans les forêts humides et dévaste, la nuit, les cultures. L'**Hippopotame,** énorme animal, peut peser 2.500 kg. Sa peau très épaisse est doublée de graisse, ce qui lui permet d'être un excellent nageur. C'est un *herbivore nocturne* vivant sur les bords des lacs africains.

AUTRES MAMMIFÈRES

CÉTACÉS

La **Baleine** a la forme d'un poisson. C'est un gigantesque animal marin, dont la longueur peut atteindre 25 m et le poids 150 tonnes. La Baleine nage avec agilité, car elle est merveilleusement adaptée à la vie aquatique : ses membres antérieurs sont transformés en nageoires et ses membres postérieurs sont remplacés par une large queue en forme de nageoire horizontale. Comme tous les Mammifères, *elle allaite ses petits au moyen de mamelles et respire par des poumons.* Elle n'a pas de dents, mais sa mâchoire supérieure porte de grandes lames cornées, les *fanons,* qui retiennent les petits poissons, crustacés et mollusques dont elle se nourrit. On la chasse pour son huile et ses fanons.

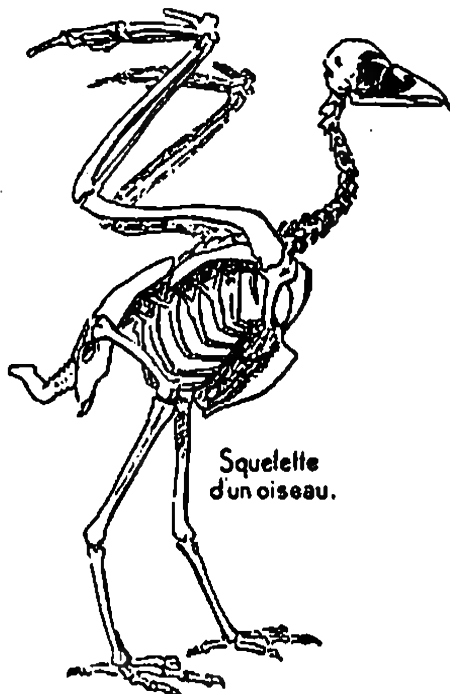
Les espèces voisines comprennent : le **Cachalot,** le **Dauphin** et le **Marsouin,** qui n'ont pas de fanons, mais de véritables dents.

MARSUPIAUX

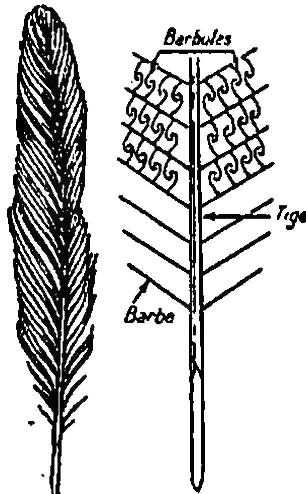
Le **Kangourou** d'Australie, herbivore, a les pattes postérieures très développées et une longue queue. Cette conformation en fait un sauteur remarquable. Il possède une poche ventrale où se trouvent les mamelles et dans laquelle s'abritent les petits. La **Sarigue,** des deux Amériques, à queue prenante, est carnivore.

Les **Carnivores,** *les* **Insectivores,** *les* **Rongeurs,** *les* **Ongulés,** *les* **Cétacés** *et les* **Marsupiaux** *sont autant d'ordres dont l'ensemble constitue la* **classe des Mammifères.** *Les caractères communs à tous ces animaux sont les suivants : ils mettent au monde leurs petits vivants et ils les allaitent au moyen de mamelles. Leur corps est généralement couvert de poils. Ils respirent dans l'air au moyen de poumons et leur température est constante.*

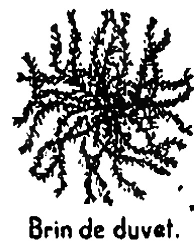
Les **Mammifères ovipares** ont un bec corné et pondent des œufs, mais ils allaitent leurs petits. Ils comprennent : l'**Ornithorhynque** et l'**Echidné,** qui vivent en Australie.



Squelette d'un oiseau.



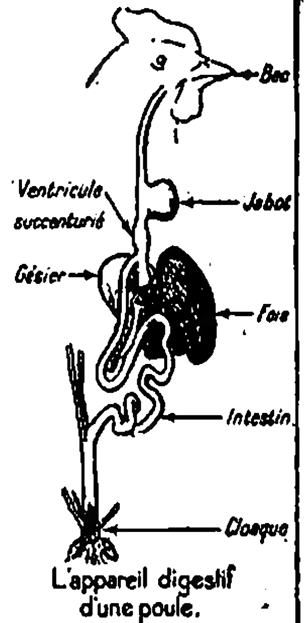
Grande plume avec schéma montrant la disposition des barbes et des barbules.



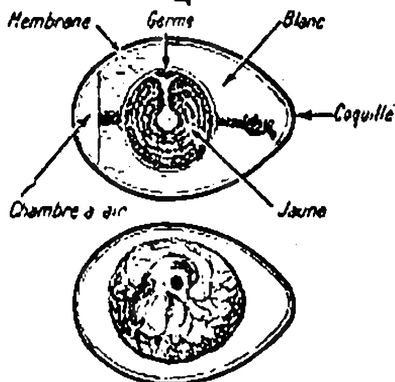
Brin de duvet.

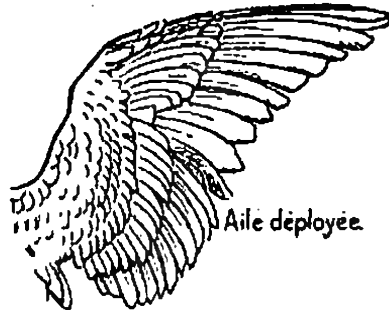


Petite plume de couverture.



L'appareil digestif d'une poule.





Aile déployée.



Canards sauvages (*Oiseaux migrateurs*).



Œuf de Poule après 6 jours d'incubation.



Nid d'Aigle.

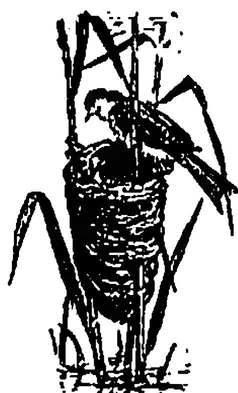


Nid d'Hirondelle.

Les Cigognes et leur Nid.



Nid de Fauvette couturière.



Nid de Fauvette des roseaux.



Nid de Pie.



Nid de Pinson.

I. — ORGANISATION DES OISEAUX

Les Oiseaux sont des *vertébrés dont les membres antérieurs sont transformés en ailes.* Ils sont organisés pour voler.

Leur corps est couvert de plumes très légères, de tailles différentes. Les plus grandes sont celles de la queue et des ailes. Les plus petites, qui constituent le *duvet*, sont au-dessous des autres, directement en contact avec le corps qu'elles protègent du froid. Une *grande plume* est formée d'une *tige*, creuse dans sa partie inférieure, sur les côtés de laquelle sont disposées des *barbes* serrées, réunies par des *barbules* à crochets.

Les **ailes,** actionnées par des muscles puissants qui s'insèrent sur le *bréchet*, se déploient comme un éventail. Pendant le vol, elles frappent l'air, fonctionnant ainsi comme de véritables rames. *Les plumes de la queue*, en s'étalant elles aussi, permettent à l'Oiseau de mieux assurer son équilibre et servent en même temps de gouvernail.

Les Oiseaux n'ont pas de dents, mais un bec corné dont la forme varie suivant leur genre de nourriture.

Leur **estomac** comprend trois poches : le *jabot*, réservoir où s'accumule la nourriture, le *ventricule succenturié*, qui produit le suc gastrique, et le *gésier*, qui peut broyer les aliments.

Les Oiseaux respirent par des poumons reliés à de larges poches pleines d'air, les sacs aériens, et aux cavités des os. Leur respiration est très active. La température de leur corps est environ 42°.

Tous les Oiseaux pondent des œufs : ils sont ovipares.

Un œuf est formé d'une *coquille calcaire*, du *blanc* ou albumine, et du *jaune* portant le *germe*. Couvé par la mère, le germe se développe et forme le petit oiseau.

Pour couver leurs œufs, **les Oiseaux construisent des nids** qui sont souvent de petits chefs-d'œuvre. L'*incubation*, ou durée du développement de l'Oiseau à l'intérieur de l'œuf, varie suivant les espèces.

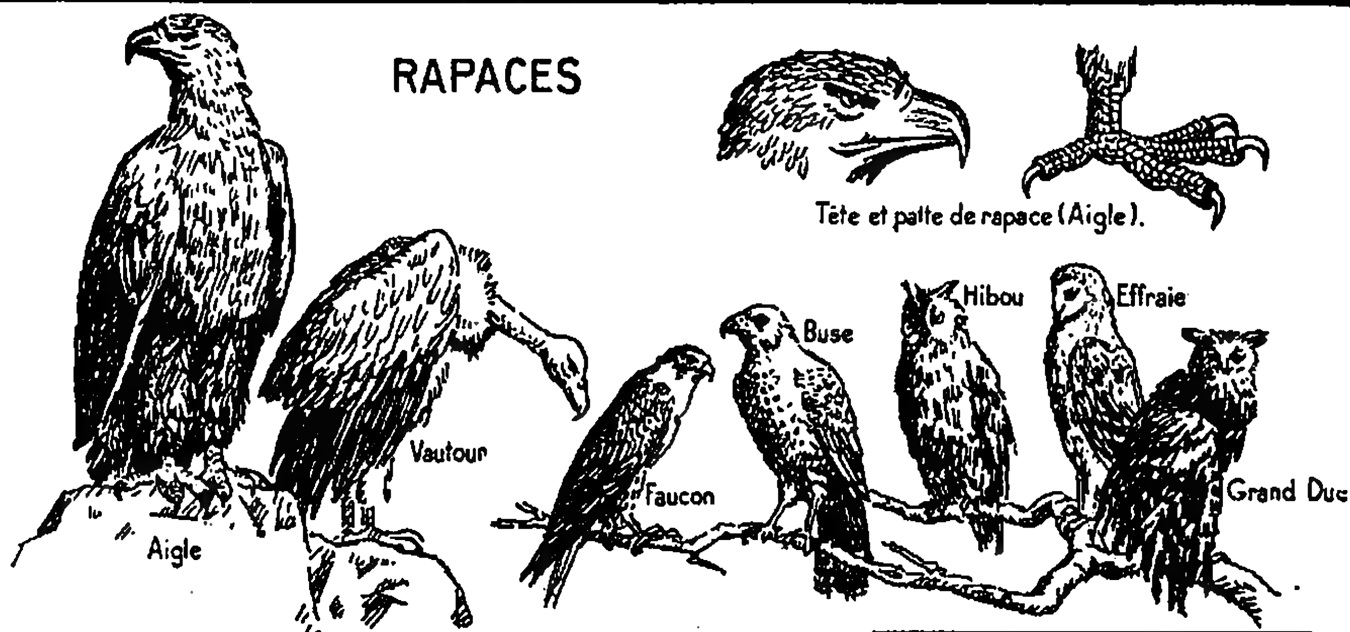
L'*oreille* des Oiseaux est privée de pavillon. Leur *vue* est développée.

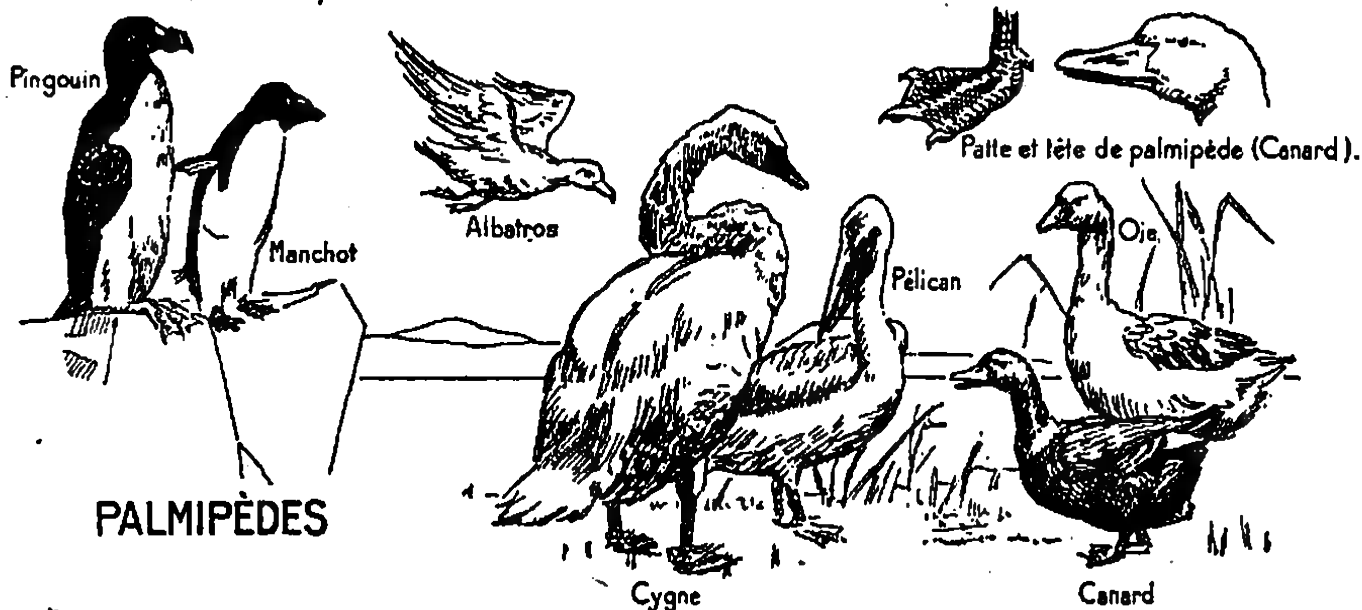
II. — UTILITÉ ET PROTECTION DES OISEAUX

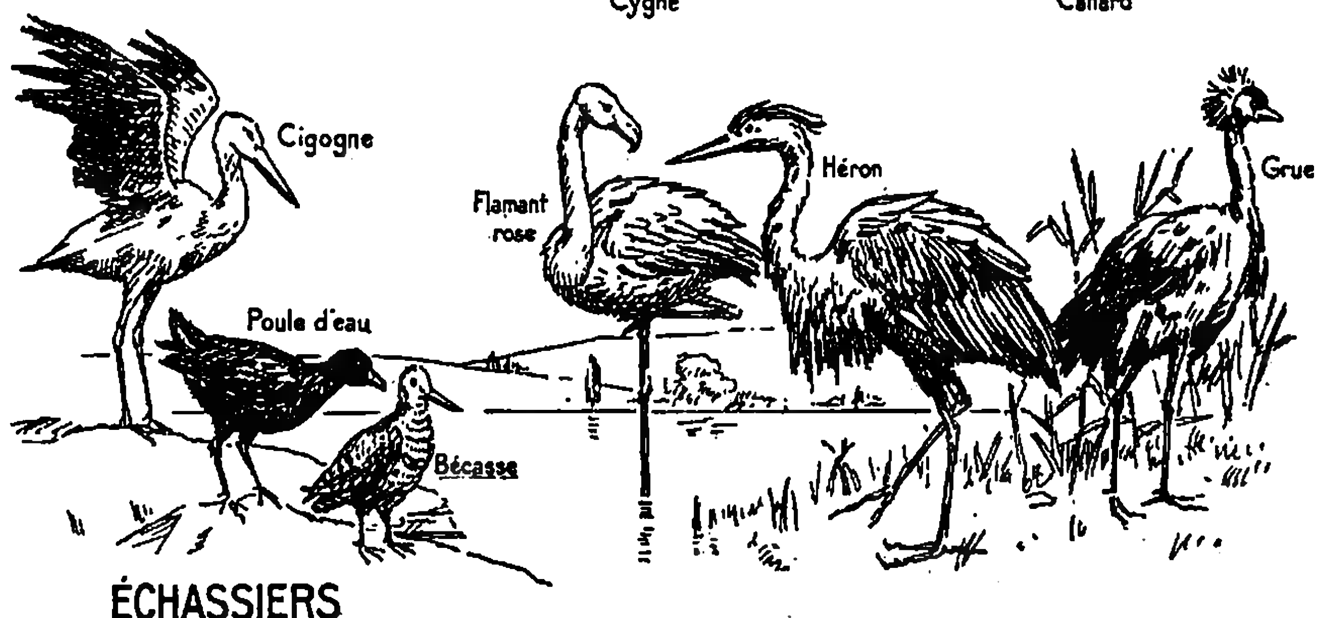
La plupart des Oiseaux sont les plus précieux auxiliaires de l'agriculteur. Ils mangent d'innombrables Insectes destructeurs de récoltes. Il faut donc les aimer et les protéger. Ceux qui dénichent les oisillons sont des malfaiteurs cruels et sots.

Exercices oraux ou écrits.

1° *Montrez de quelle manière l'oiseau est organisé pour voler.* (C. E. Cantal.) — 2° *Pourquoi le gésier de la Poule ou du Pigeon contient-il de petits cailloux ?* — 3° *L'air pénètre-t-il dans l'œuf ? Comparez un œuf frais et un œuf vieux. Comment peut-on conserver des œufs ?* (C. E. Oise.)


RAPACES
Tête et patte de rapace (Aigle).
Aigle
Vautour
Faucon
Buse
Hibou
Effraie
Grand Duc


Pingouin
Manchot
Albatros
Patte et tête de palmipède (Canard).
Pélican
Oie
Cygne
Canard
PALMIPÈDES


Cigogne
Flamant rose
Héron
Grue
Poule d'eau
Bécasse
ÉCHASSIERS

D'après les caractères du bec et des pattes, variables suivant le régime et le genre de vie, on a divisé la classe des Oiseaux en 8 **ordres** : les **Rapaces**, les **Palmipèdes**, les **Échassiers**, les **Gallinacés**, les **Colombins**, les **Passereaux**, les **Grimpeurs**, les **Coureurs.**

LES RAPACES. — Oiseau-type : l'AIGLE

Les Rapaces ou *Oiseaux de proie* se nourrissent de chair. Ils ont un bec fort, crochu et coupant. Leurs pattes sont armées de griffes puissantes et pointues appelées *serres*. Leur vue est perçante et leur vol rapide.

Ils chassent le jour (Rapaces diurnes) ou la nuit (Rapaces nocturnes).

Les **Rapaces diurnes** ont les yeux placés sur les côtés de la tête, les plumes raides et le vol bruyant. Ils se nourrissent surtout de petits oiseaux et de gibier.

Les principales espèces sont : l'**Aigle,** le **Vautour,** le **Faucon,** l'**Épervier,** le **Milan** et la **Buse.**

Les **Rapaces nocturnes** chassent la nuit un grand nombre de Rongeurs nuisibles (Rats, Souris, Mulots). Ils ont de grands et beaux yeux de Chat, placés sur le devant de la tête. Leur plumage est mou et soyeux et leur vol silencieux, ce qui leur permet de surprendre leurs victimes.

Les principaux sont : le **Hibou,** la **Chouette,** l'**Effraie,** le **Grand-Duc.**

LES PALMIPÈDES. — Oiseau-type : le CANARD

Les Palmipèdes peuvent nager. Leurs pattes courtes ont les doigts réunis par une membrane et servent de rames. Leur bec est généralement plat, en forme de pelle, et garni de dentelures permettant de cribler la vase et de retenir les vermisseaux ou les petits poissons. Le plumage des Palmipèdes est enduit d'un corps gras qui l'empêche de se mouiller.

Les **Palmipèdes domestiques** sont : le **Cygne,** le **Canard** et l'**Oie.**

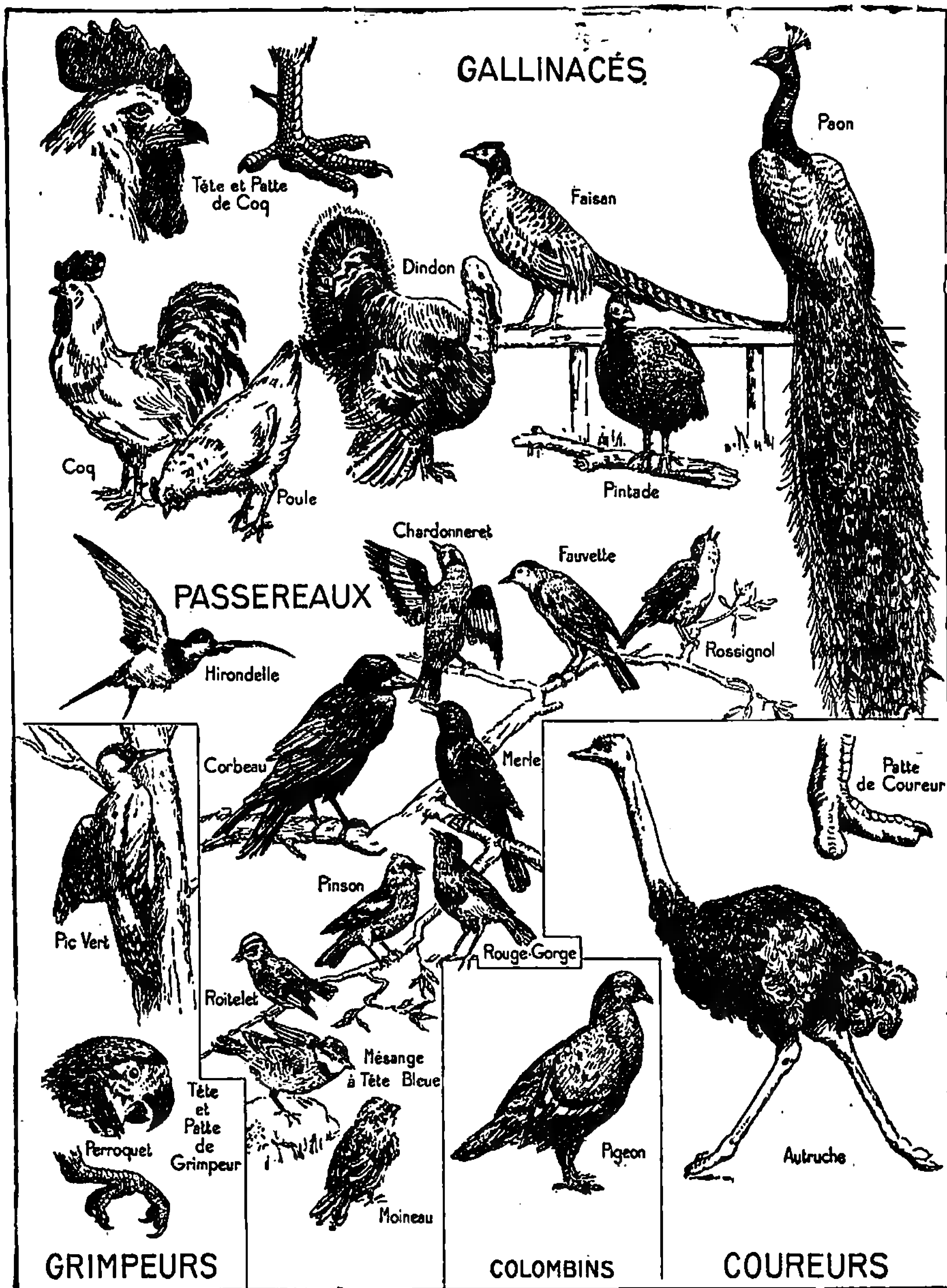
Les **Palmipèdes qui vivent à l'état sauvage** comprennent : la **Mouette,** la **Frégate,** l'**Albatros,** le **Goëland,** Oiseaux de mer excellents voiliers ; le **Pélican,** dont la mâchoire inférieure possède une poche pouvant emmagasiner 15 kg de poissons ; le **Pingouin** et le **Manchot,** habitant les mers froides, aux ailes courtes transformées en nageoires.

LES ÉCHASSIERS : Oiseau-type : le HÉRON

Les Échassiers, comme leur nom l'indique, ont de longues pattes. Ils habitent les marécages, les étangs, les berges des rivières. Ils entrent dans l'eau sans mouiller leurs plumes et peuvent saisir, avec leur long bec pointu ressemblant à une pince, les Vers, Poissons et Grenouilles dont ils se nourrissent.

Les principaux types sont : le **Héron,** oiseau prudent qui s'éloigne des habitations, la **Cigogne,** qui niche au sommet des arbres ou sur les toits élevés des maisons, les **Grues,** élégantes, à la démarche gracieuse, la **Poule d'eau** et la **Bécasse,** recherchées comme gibier.

54. – LES GALLINACÉS – LES COLOMBINS – LES PASSEREAUX LES GRIMPEURS – LES COUREURS



LES GALLINACÉS. — Oiseau-type : la POULE

Les Gallinacés ont les ailes courtes, le vol lourd et bruyant. Leurs pattes, fortes, sont terminées par des doigts armés d'ongles gros et puissants permettant de gratter et de fouiller la terre. Leur bec est court et bombé.

Ils comprennent les *Oiseaux de basse-cour* : le **Coq** et la **Poule**, le **Dindon**, le **Paon**, la **Pintade** ; le *gibier à plumes* : **Faisan**, **Perdrix**, **Caille**.

LES COLOMBINS. — Oiseau-type : le PIGEON

Les Colombins se distinguent des Gallinacés par leurs ailes plus développées permettant un vol rapide, leurs pattes courtes et leur bec plus long, mais plus faible.

Ils comprennent : le **Pigeon domestique**, le **Ramier**, le **Pigeon voyageur**, la **Tourterelle**.

LES PASSEREAUX. — Oiseau-type : le MOINEAU

Les Passereaux comprennent une foule de petits Oiseaux, parmi lesquels tous les Oiseaux chanteurs. Ils peuplent nos campagnes et nos bois et nous égayent de leur ramage. Ils volent bien, sautillent au lieu de marcher, et font une consommation extraordinaire d'Insectes et de larves.

Les **Passereaux granivores** ont le bec robuste, court et conique ; ils se nourrissent de grains et d'Insectes ; tels sont le **Moineau**, l'**Alouette**, le **Bouvreuil**, la **Mésange**, le **Chardonneret**, le **Pinson**.

Le **Corbeau**, le **Geai** et la **Pie**, qui dévorent les œufs dans les nids, sont nuisibles.

Les **Passereaux insectivores**, comme l'**Hirondelle** et le **Martinet**, happent au vol une multitude d'Insectes. Ils ont le bec faible, court et largement fendu. Leur vol est très rapide.

Le **Rossignol**, remarquable par la pureté de son chant nocturne, le **Merle**, d'un beau noir, au bec jaune, la **Fauvette**, le **Roitelet**, le **Loriot**, la **Bergeronnette**, la **Grive**, le **Rouge-Gorge**, sont aussi des Insectivores très utiles.

LES GRIMPEURS. — Oiseau-type : le PIC

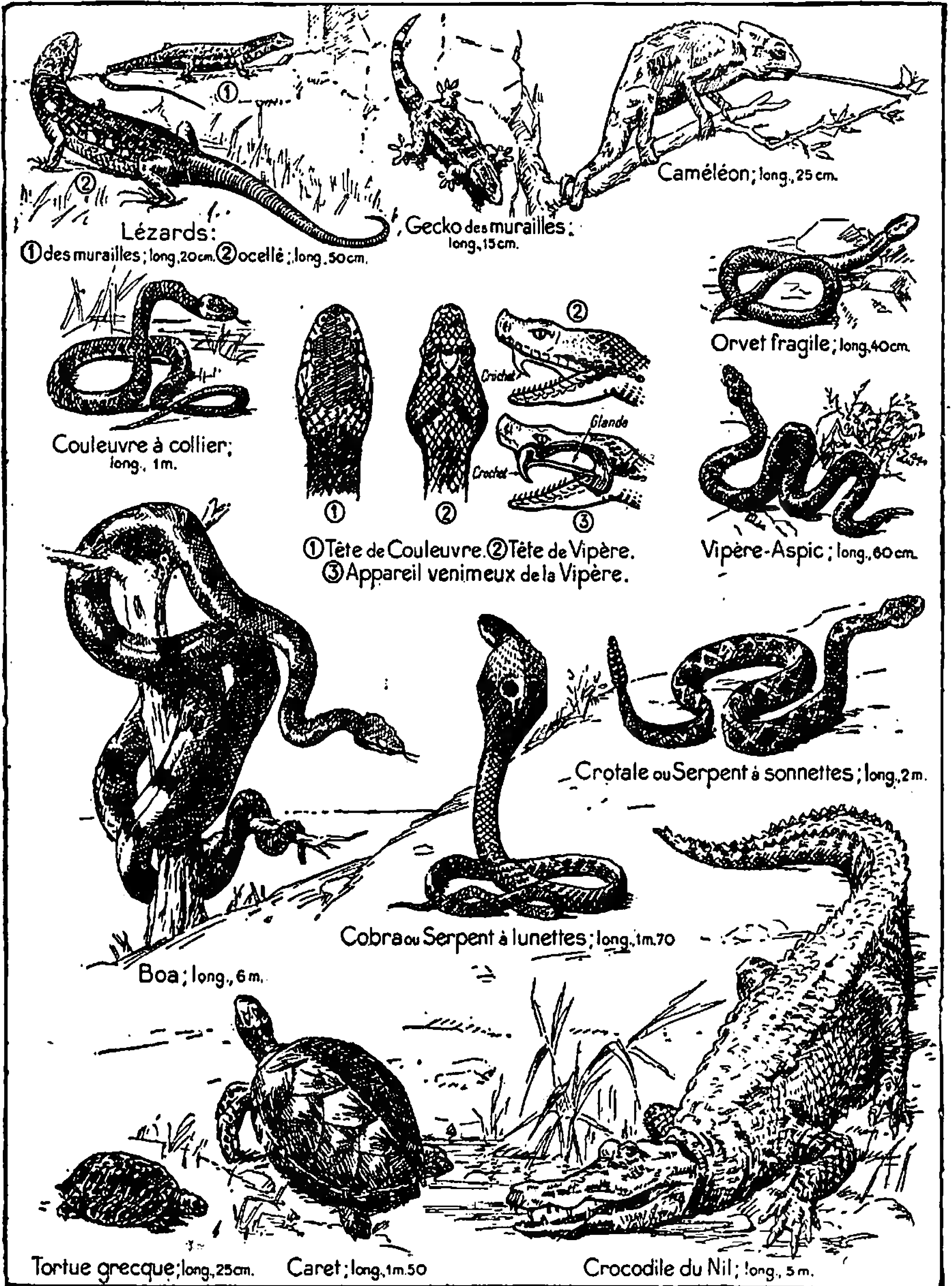
Le **Pic** a le bec droit, conique et robuste, les pattes terminées par quatre doigts : 2 en avant, 2 en arrière. Sa queue pourvue de plumes raides lui sert de point d'appui pour grimper le long des arbres. Il frappe l'écorce pour en faire sortir les Insectes destructeurs du bois et les fourmis, qu'il capture à l'aide de sa langue enduite de salive gluante.

Le **Coucou** et le **Perroquet** appartiennent à ce groupe.

LES COUREURS. — Oiseau-type : l'AUTRUCHE

Les Coureurs sont très gros et ne peuvent voler. Leur sternum est dépourvu de bréchet. Grâce à leurs pattes longues et puissantes, terminées par deux doigts, ils courent vite. Les principales espèces comprennent : l'**Autruche**, le **Nandou**, le **Casoar**.

Tous les **Oiseaux** *ont en commun les caractères suivants : leur corps est couvert de plumes, leurs membres antérieurs sont transformés en ailes, ils ont un bec corné et pondent des œufs.*


Lézards:
①des murailles; long. 20cm. ②ocellé; long. 50cm.
Gecko des murailles; long. 15cm.
Caméléon; long. 25 cm.
Orvet fragile; long. 40cm.
Couleuvre à collier; long., 1m.
Crochet
Glande
Crochet
①Tête de Couleuvre. ②Tête de Vipère.
③Appareil venimeux de la Vipère.
Vipère-Aspic; long., 60 cm.
Crotale ou Serpent à sonnettes; long., 2 m.
Cobra ou Serpent à lunettes; long., 1m.70
Boa; long., 6 m.
Tortue grecque; long., 25cm.
Caret; long., 1m.50
Crocodile du Nil; long., 5 m.

Les Reptiles sont des vertébrés. Comme leur nom l'indique, *ils se déplacent en rampant.*

La classe des Reptiles comprend : les **Lézards**, les **Serpents**, les **Tortues** et les **Crocodiles.**

LE LÉZARD GRIS DES MURAILLES, petit animal agile, affectionne les endroits ensoleillés et secs. Il se déplace grâce aux ondulations de son corps et de sa longue queue, ses quatre pattes courtes, rejetées sur les côtés, servant seulement de points d'appui. *Sa peau est recouverte de fausses écailles* et se renouvelle par *mues* périodiques. *Sa température est variable* et il se reproduit par œufs. Le Lézard est inoffensif, il est utile, car il se nourrit de larves et d'Insectes.

LA COULEUVRE A COLLIER est un *Serpent non venimeux.* On la rencontre surtout au voisinage de l'eau. Son corps, dépourvu de pattes, s'amincit insensiblement en une *longue queue effilée.* Sa *tête, ovale,* est peu distincte du tronc. L'animal se déplace en faisant onduler son corps qui prend appui sur le sol par ses *larges écailles ventrales.* La Couleuvre se nourrit de Grenouilles, Mulots, Poissons, Insectes, qu'elle avale d'une seule pièce, sans les mâcher.

Le **Boa** et le **Python** sont de grands Serpents non venimeux, se nourrissant de Mammifères qu'ils étouffent avant de les avaler.

LA VIPÈRE est un *Serpent venimeux.* On la trouve dans les broussailles, les terrains secs et rocailleux. Elle diffère de la Couleuvre par les caractères suivants : elle est plus petite ; sa *tête, triangulaire,* est mieux séparée du corps ; sa *queue* est plus *courte.* En plus des dents ordinaires, elle porte *deux crochets* creusés chacun d'un petit canal en communication avec une *glande à venin. Ce venin est mortel pour l'homme.* En cas de *morsure de Vipère,* il faut ligaturer le membre entre la blessure et le cœur, élargir la plaie, la faire saigner abondamment, laver à l'eau de Javel et injecter le plus tôt possible le sérum antivenimeux.

LA TORTUE GRECQUE a le corps protégé par une carapace osseuse recouverte de plaques d'écaille. Elle n'a pas de dents, mais un *bec corné,* et se nourrit de végétaux, d'Insectes et de Mollusques.

LE CROCODILE D'AFRIQUE est un Reptile aquatique. Il ressemble à un énorme Lézard, mais s'en distingue par sa *peau cuirassée de fortes plaques osseuses,* sa gueule énorme garnie de *fortes dents,* ses *pattes palmées* et sa *queue aplatie latéralement.* C'est un animal redoutable, exclusivement carnassier.

Comme le Lézard, tous les animaux précédents ont le corps couvert d'une peau cornée d'apparence écailleuse. Ils se déplacent en rampant, leur température est variable, ils pondent des œufs, sauf la Vipère. Ces caractères sont ceux de la **classe des Reptiles.**



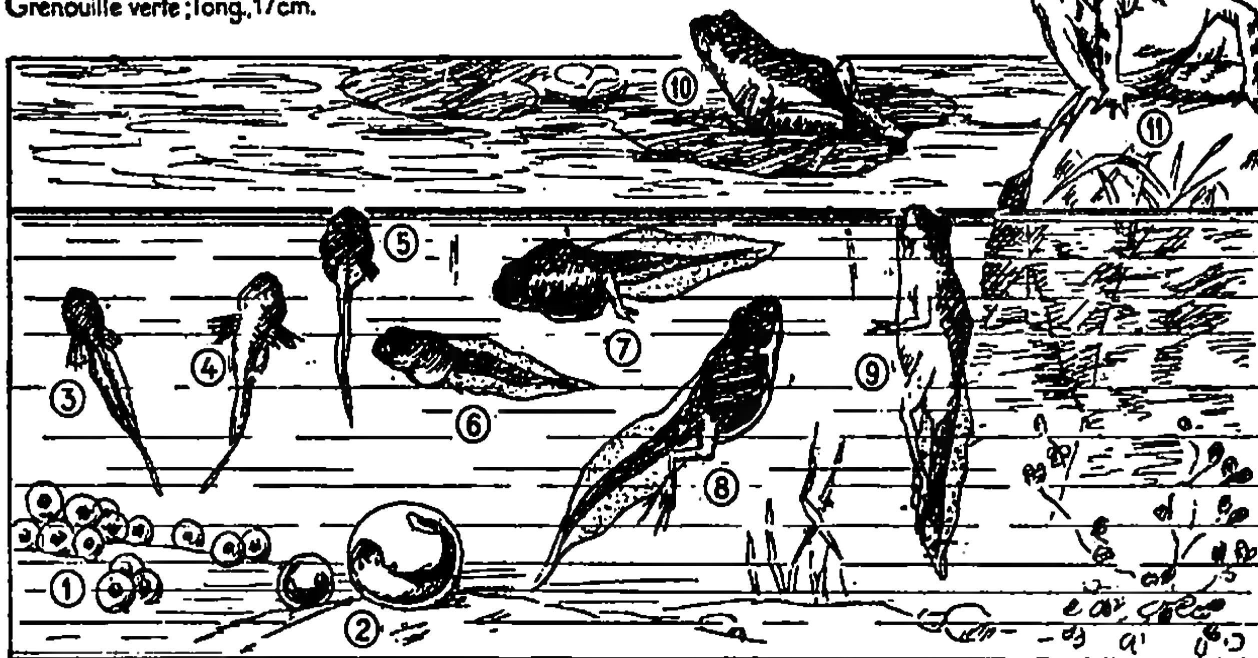
Grenouille verte ; long. 17 cm.



Diverses positions de la langue de la Grenouille.



Grenouille happant un insecte.



Métamorphoses de la Grenouille verte.

(1) – Œufs. (2) – Œufs avec embryon développé. (3) et (4) – Têtards à branchies externes. (5) et (6) Têtards à branchies internes. (7) (8) et (9) Croissance du Têtard, apparition des pattes. (10) – Jeune Grenouille. (11) – Grenouille adulte



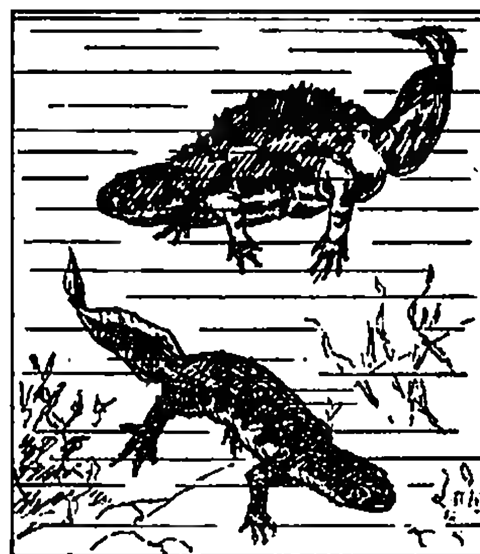
Rainette verte ; long. 9 cm.



Crapaud ; long. 15 cm.



Salamandre terrestre ; long. 18 cm.



Tritons ; long. 15 cm.
mâle en haut, femelle en bas.

CLASSE DES BATRACIENS

Type : LA GRENOUILLE VERTE

La **grenouille verte,** qui vit au bord des étangs et des ruisseaux, est un *animal amphibie parfaitement organisé pour sauter, plonger et nager.* Ses *longues pattes postérieures,* aux cuisses musculeuses, sont terminées par 5 *doigts palmés.* Son corps est ramassé, car la tête n'est pas distincte du tronc. Sa *bouche,* fendue jusqu'aux *tympans,* contient une *langue visqueuse fixée en avant,* qui lui permet de happer les bestioles vivantes.

La Grenouille est un Vertébré à température variable. Elle respire par *deux poumons* très simples et surtout par sa *peau* nue, mince et humide, très perméable aux gaz.

La Grenouille est ovipare. Ses *œufs,* à coque gélatineuse, pondus dans l'eau, éclosent au printemps. Il en sort des *têtards,* petits êtres formés d'une grosse tête prolongée par une longue queue aplatie. Ils subissent des transformations appelées *métamorphoses.*

Le têtard respire l'air dissous dans l'eau au moyen de *branchies externes* d'abord, puis de *branchies internes,* et se nourrit de plantes aquatiques. Peu à peu les branchies s'atrophient et les *poumons* se développent. En même temps, les *membres* apparaissent, d'abord les *pattes* de derrière, puis celles de devant, et la *queue* disparaît. *Le têtard herbivore, à respiration aquatique, est devenu une Grenouille carnivore, qui respire par des poumons.*

Les autres Batraciens sans queue sont : la **Grenouille rousse** des prairies, la **Rainette verte,** qui s'attache aux feuilles des arbres grâce aux *ventouses* de ses doigts, le **Crapaud,** à *peau pustuleuse,* animal inoffensif, grand destructeur d'Insectes et de Limaces.

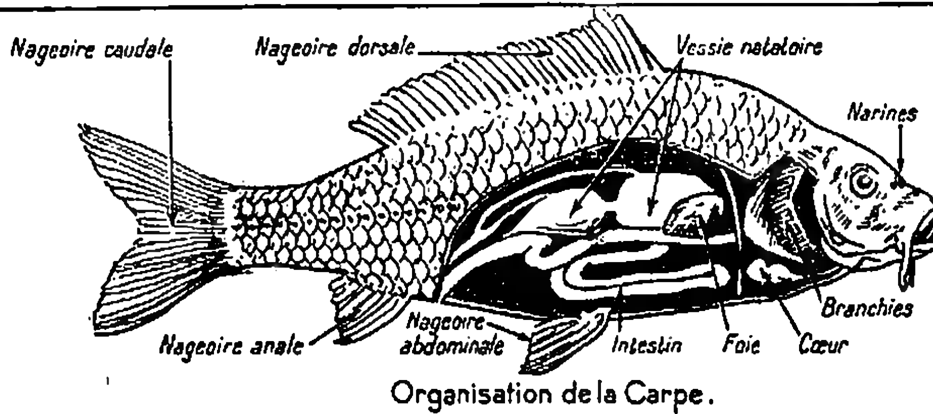
Les Batraciens qui conservent leur queue toute leur vie sont : la **Salamandre,** à *queue cylindrique* et à peau noire tachée de jaune, qui vit dans les abris humides et sombres, et le **Triton,** bel animal aquatique, à *queue aplatie* pour la nage.

Comme la Grenouille, tous les animaux précédents ont la peau nue, une température variable, et subissent des métamorphoses. Ils constituent la **classe des Batraciens.**

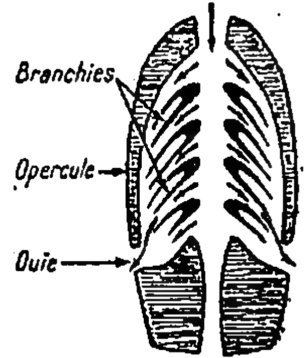
Exercices oraux ou écrits.

1° *Décrivez une Grenouille. Comment se déplace-t-elle ? Quelle particularité présente sa peau ? Décrivez sa vie depuis l'œuf jusqu'à l'âge adulte.* (C. E. Seine-et-Oise.) — 2° *En quoi les Batraciens ressemblent-ils aux Reptiles ? En quoi diffèrent-ils ?* — 3° *Pourquoi ne faut-il pas détruire le Crapaud ?*

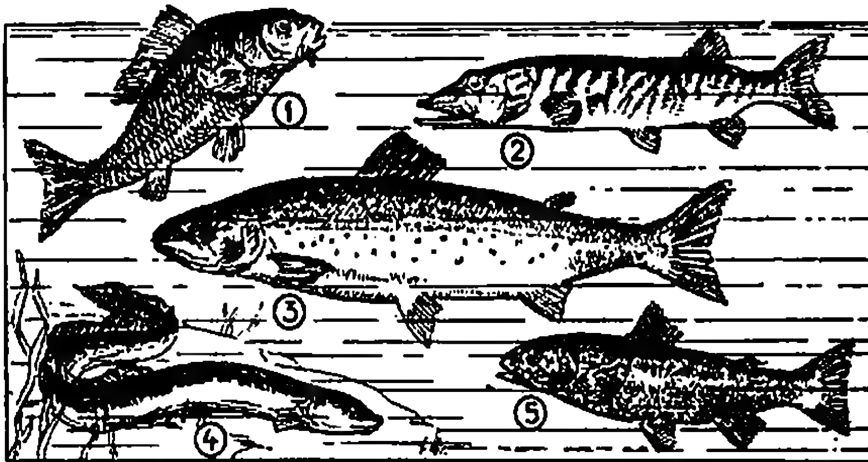
57. — CLASSE DES POISSONS



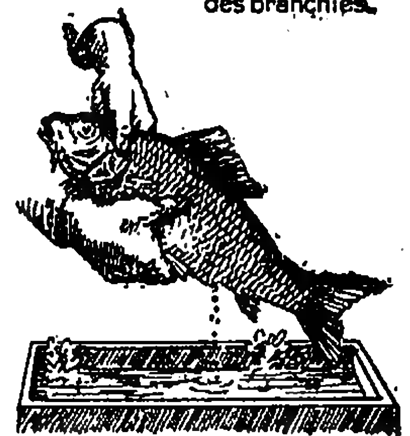
Organisation de la Carpe.



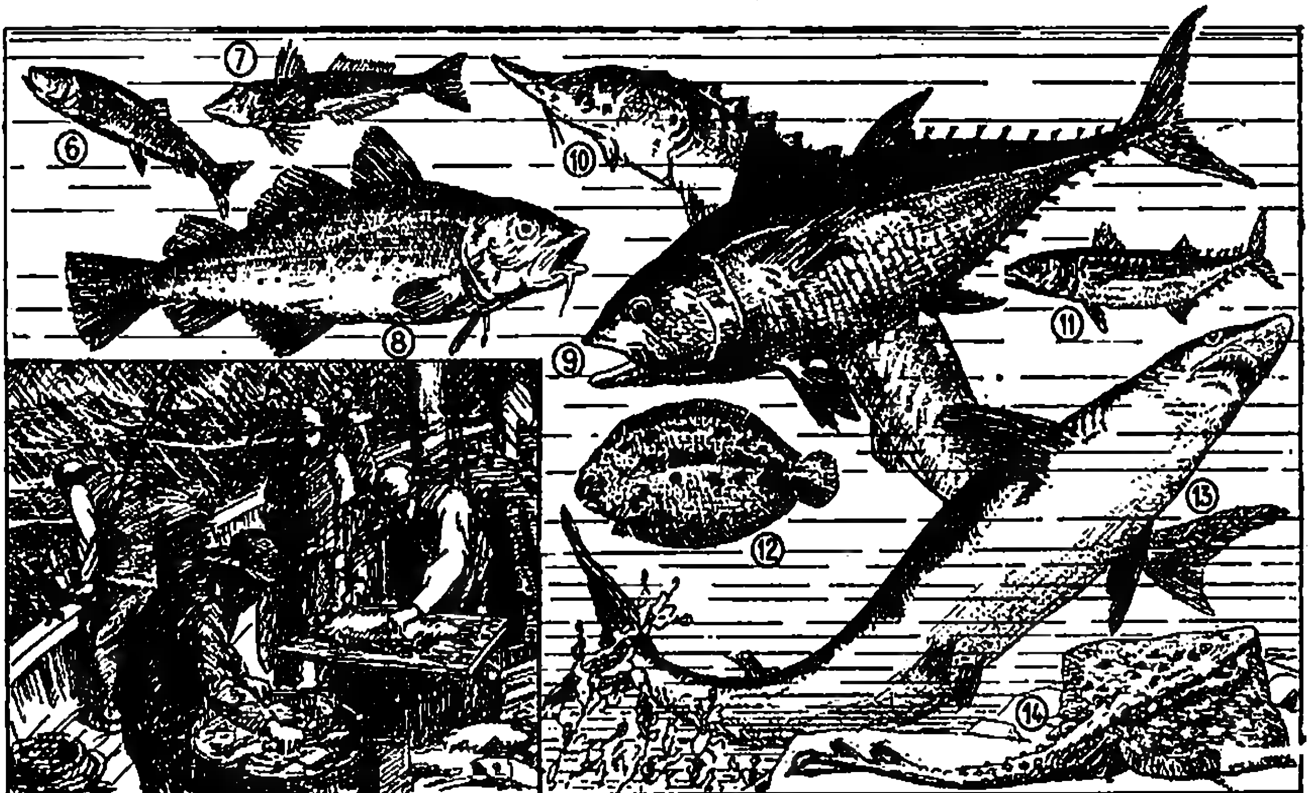
Disposition des branchies.



① Carpe; long. 40 cm. ② Brochet; long. 50 cm. ③ Saumon; long. 80 cm. ④ Anguille; long. 80 cm. ⑤ Truite saumonée; long. 40 cm.



Pisciculture.
(Ponte artificielle d'une carpe)



Pêche à la Morue.

⑥ Hareng; long. 25 cm. ⑦ Grondin; long. 30 cm. ⑧ Morue; long. 1 m. ⑨ Thon; long. 1 m 50 ⑩ Esturgeon; long. 5 m. ⑪ Maquereau; long. 35 cm. ⑫ Sole; long. 30 cm. ⑬ le Requin; de 5 à 9 m. ⑭ Raie bouclée; long. 1 m.

Type : LA CARPE

La **Carpe** est un *vertébré parfaitement adapté à la vie aquatique.* **Son corps, en forme de fuseau, est recouvert d'écailles** brillantes se superposant comme les tuiles d'un toit.

Elle se déplace à l'aide de **nageoires.** Les nageoires paires, *pectorales* et *ventrales*, correspondent aux membres antérieurs et postérieurs. Les nageoires impaires, une *anale*, une *dorsale*, et une *caudale*, sont dressées verticalement.

La *queue*, agissant comme une godille, sert à la fois d'*organe propulseur* et de *gouvernail.* Les autres nageoires assurent principalement l'équilibre du corps.

De chaque côté de la tête se trouvent les **branchies,** organes respiratoires du Poisson, protégées par des sortes de couvercles appelés *opercules.* L'eau que le Poisson avale baigne les branchies, leur abandonne l'oxygène dissous et sort en soulevant les opercules.

La femelle pond au printemps des milliers d'œufs (le frai), qui donnent naissance aux *alevins.*

La chair de la Carpe, comme celle d'un grand nombre de Poissons, est un aliment précieux pour l'Homme ; aussi, de tout temps, la *pêche* a-t-elle été une industrie extrêmement importante.

Pour repeupler les rivières, on pratique artificiellement l'élevage des jeunes poissons : c'est la *pisciculture.*

PRINCIPAUX POISSONS

I. — Poissons osseux.

A. **D'eau douce :** la **Carpe,** la **Tanche,** le **Goujon,** le **Barbeau,** le **Gardon,** la **Brême,** l'**Ablette** sont des Poissons blancs surtout *herbivores ;* le **Saumon,** la **Truite,** le **Brochet,** l'**Anguille** sont *carnassiers*, et leur chair ferme est très estimée.

B. **De mer :** le **Hareng** et la **Sardine** vivent en bancs au large de nos côtes, la **Morue** est pêchée sur les côtes de Norvège, d'Islande, de Terre-Neuve.

Le **Thon,** le **Maquereau,** le **Grondin** ou **Rouget** ont des nageoires épineuses.

La **Sole,** le **Turbot,** la **Limande** sont des Poissons plats à chair délicate.

II. — Poissons cartilagineux.

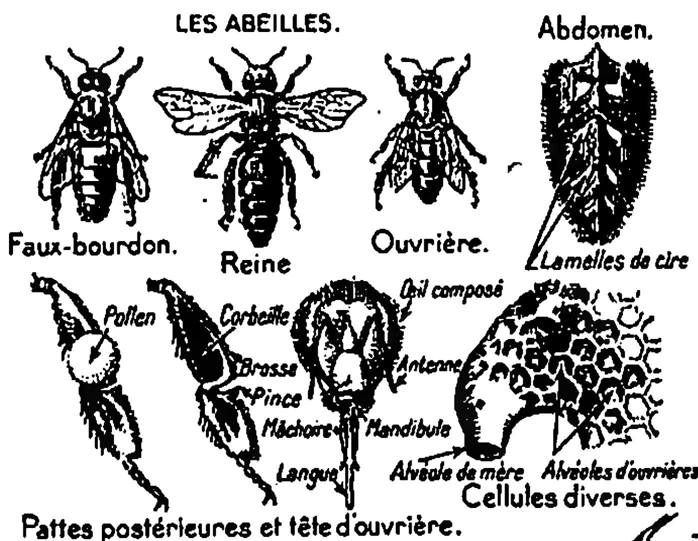
Ces Poissons ont un squelette flexible et élastique formé de *cartilage*, leur bouche est située en arrière du museau.

Ils comprennent : le redoutable **Requin,** la **Roussette** ou Chien de mer, et la **Raie,** au corps aplati.

Tous les **Poissons** *sont des animaux adaptés à la vie aquatique. Leur corps est couvert d'écailles, ils possèdent des nageoires et respirent par des branchies.*

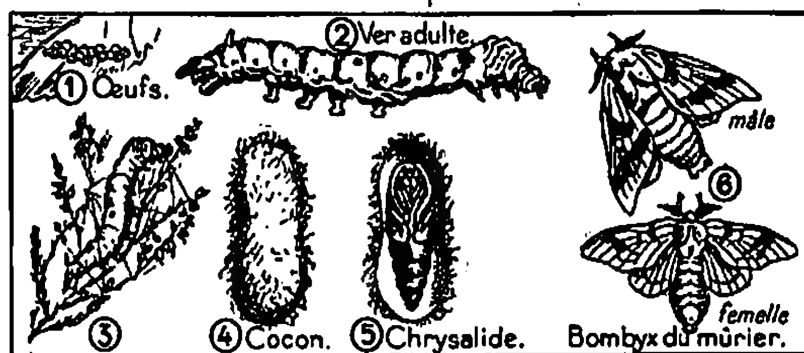
INSECTES UTILES.


Apiculteur surveillant son rucher.

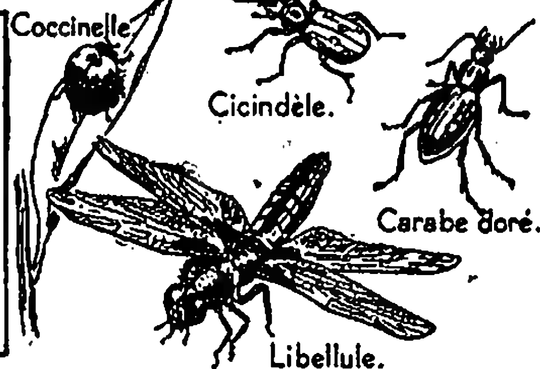


Pattes postérieures et tête d'ouvrière. Cellules diverses.

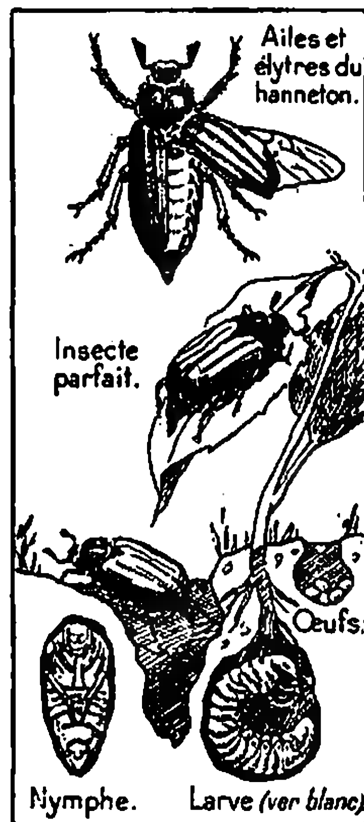

Récolte d'un essaim.



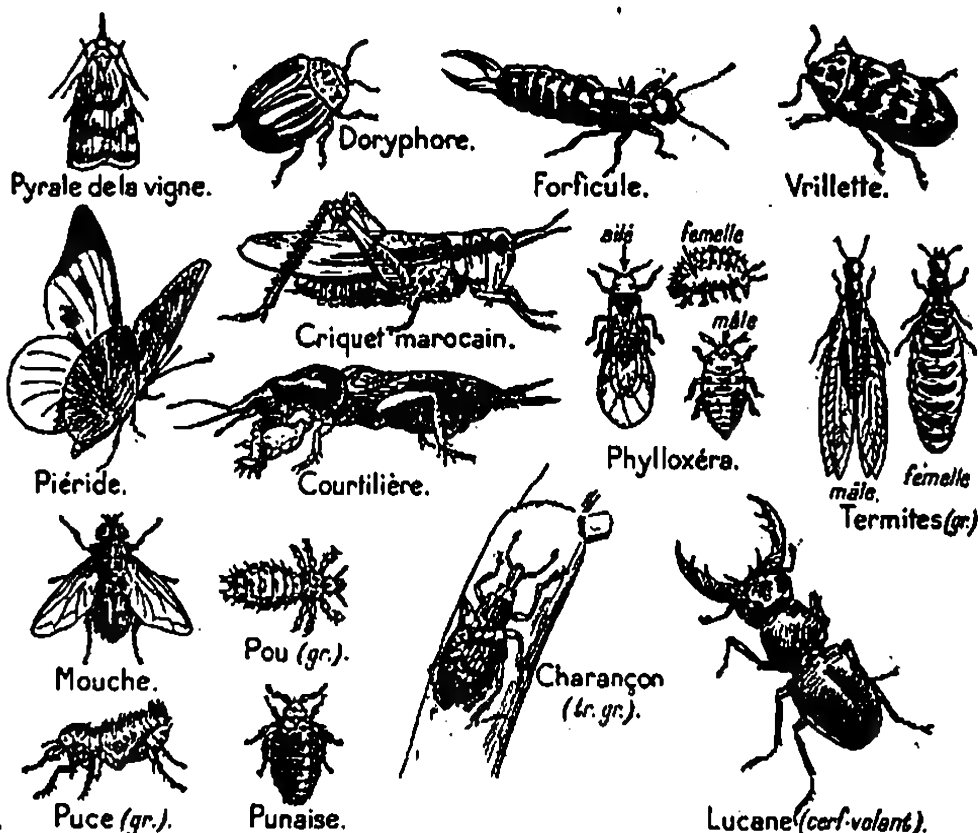
Métamorphoses du ver à soie.



INSECTES NUISIBLES.



Métamorphoses du hanneton.



LES INVERTÉBRÉS

On appelle **Invertébrés**, tous les animaux dépourvus de squelette interne. Ils sont très nombreux et très variés.

EMBRANCHEMENT DES ARTICULÉS

CLASSE DES INSECTES — Type : LE HANNETON

Le corps du **Hanneton** se compose de 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

La **tête** porte des *yeux composés*, des *antennes*, organes du toucher et de l'odorat, et la *bouche*. Celle-ci, armée de *mandibules* et de *mâchoires*, est organisée pour broyer.

Le **thorax** comprend 3 anneaux portant 3 *paires de pattes articulées et 4 ailes*. Les 2 ailes supérieures appelées *élytres*, semblables à des étuis cornés, recouvrent entièrement les 2 autres, qui sont transparentes. Ces dernières, seules, sont utilisées pendant le vol.

L'**abdomen** est formé d'*anneaux mobiles* sur lesquels s'ouvrent les *trachées*, organes de la respiration.

Le Hanneton subit des *métamorphoses* qui durent 3 ans. La femelle pond, dans la terre, des *œufs* d'où sortent des *larves* appelées *Vers blancs*. Pendant 2 ans, ces larves, se nourrissant de racines, séjournent dans le sol. Elles se transforment ensuite en *nymphes*, puis en *Insectes parfaits* qui apparaissent au printemps.

INSECTES UTILES

1° **Les Abeilles.** Les 2 paires d'ailes de ces Insectes sont semblables. Leur bouche, munie d'une *langue allongée*, est organisée pour lécher le nectar des fleurs avec lequel les Abeilles font le miel. Leurs *pattes postérieures*, recouvertes de poils, servent à la récolte du pollen. Leur abdomen porte un *aiguillon venimeux*.

Une **colonie d'Abeilles** comprend : la *reine* qui, seule, pond des œufs, les *mâles* ou *faux bourdons*, et des milliers d'*ouvrières* qui font tous les travaux de la colonie et produisent le *miel* et la *cire*.

2° **Le Ver à soie.** On appelle ainsi la larve d'un papillon, le *bombyx du mûrier*. Le Ver à soie se nourrit de feuilles de mûrier et subit plusieurs mues. Lorsqu'il a atteint sa taille définitive, il file un *cocon* à l'intérieur duquel il se transforme en *chrysalide*, puis en *insecte parfait*. Dans les *magnaneries*, les cocons sont ébouillantés avant la sortie des papillons. On procède ensuite au dévidage de la soie.

3° Parmi les Insectes utiles, on peut encore citer : la **Libellule**, le **Carabe doré**, la **Coccinelle**, la **Cicindèle verte**, le **Lampyre ou ver luisant**, les **Bousiers** et les **Nécrophores**.

INSECTES NUISIBLES

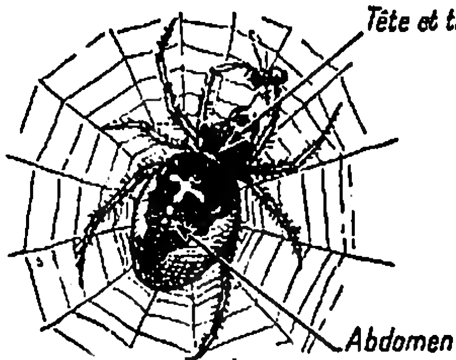
Les Insectes nuisibles sont les plus nombreux. *Certains détruisent nos récoltes*, tels les **Hannetons**, les **Chenilles** (*Piéride du chou*, *Doryphore*, *Pyrale de la vigne*), les **Criquets** et **Sauterelles**, le **Phylloxéra**, les **Courtilières**, les **Charançons**, etc.

D'autres creusent des galeries dans le bois, comme les **Termites**, **Vrillettes**, larves de **Lucane** ou **Cerf-volant**.

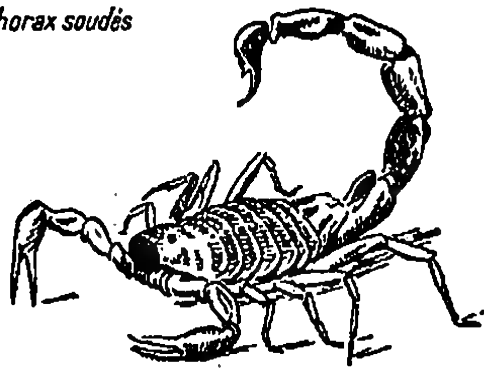
Les **Teignes** et les **Mites** *s'attaquent aux étoffes*.

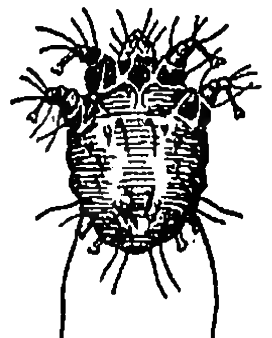
Les **Mouches**, **Moustiques**, **Poux**, **Puces**, **Punaises** *peuvent transmettre à l'Homme de graves maladies*.

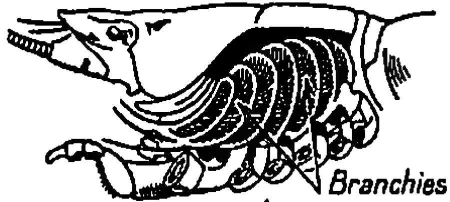
Nous devons protéger tous les animaux qui se nourrissent d'Insectes : *Crapauds*. *Hérissons*, *Chauves-souris*, et surtout les *Oiseaux*.



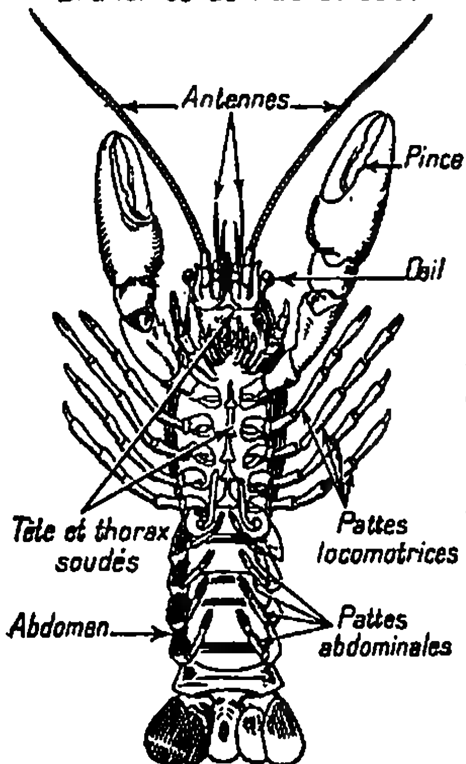
Araignée Épeire des champs et des jardins.


Scorpion ; long., 50mm.

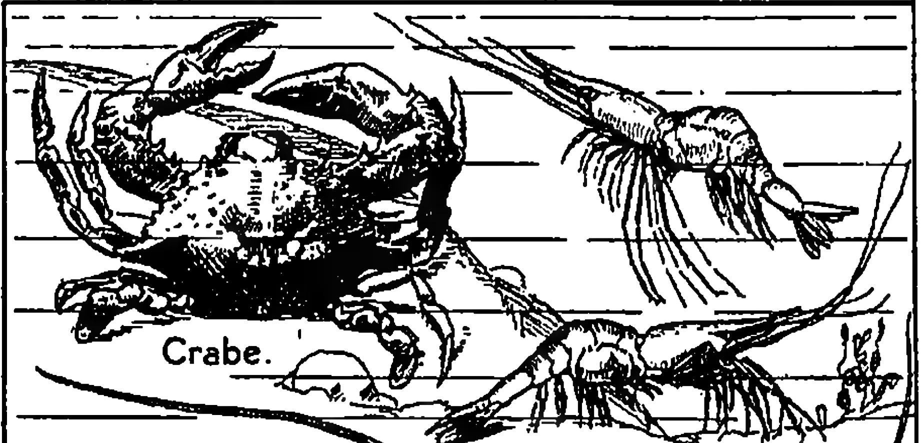

Sarcopte de la gale (tr. grossi).



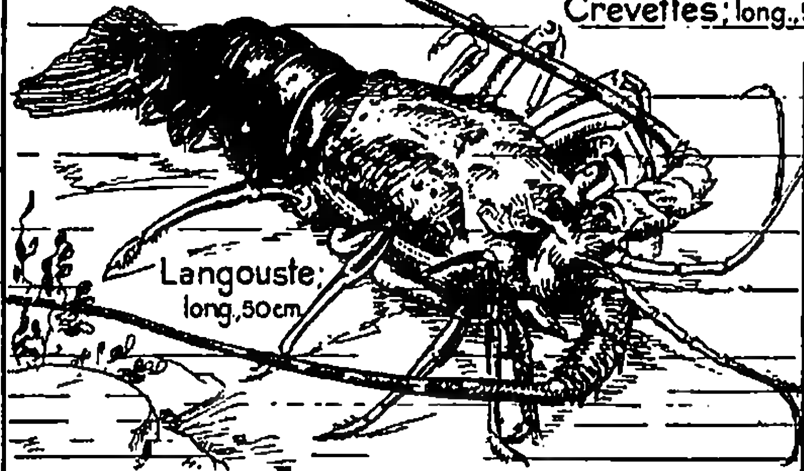
Branchies de l'Écrevisse.

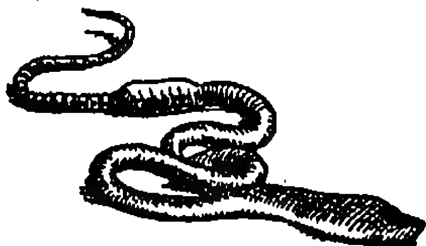


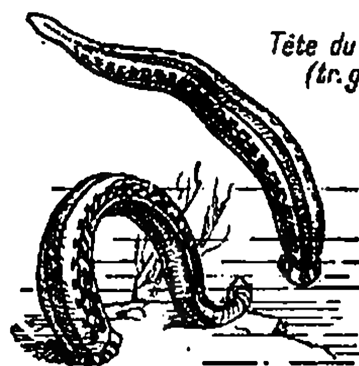
Face ventrale de l'Écrevisse.

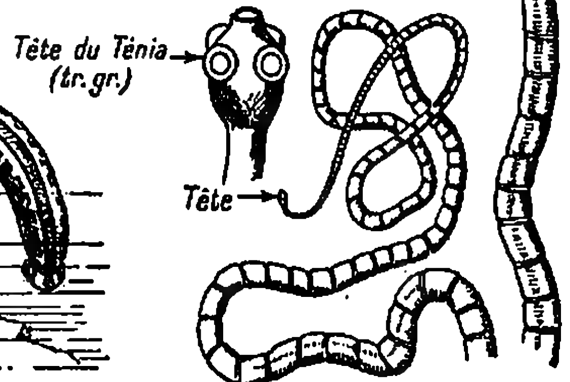

Crabe.

Crevettes ; long., 5 à 6 cm.


Langouste ; long., 50 cm.


Lombric ; long., 15 à 20 cm.


Sangsues ; long. 8 à 10 cm.



Ténia.

CLASSE DES ARACHNIDES

Type : L'ARAIGNÉE

Le corps de l'**Araignée** est composé de deux parties : l'une comprend *la tête et le thorax soudés ensemble*, l'autre est *l'abdomen.*

La **partie antérieure** porte 4 *paires de pattes* articulées, les *yeux*, une paire de *crochets venimeux* et les *mâchoires.* L'**abdomen** se termine par des *filières* d'où s'échappe la soie destinée à la confection de la toile.

L'Araignée pond des œufs. Elle se nourrit de Mouches et de Moustiques qu'elle capture dans sa toile.

Le **Scorpion,** dont l'abdomen se termine par un aiguillon venimeux, et le **Sarcopte de la gale,** qui cause chez l'Homme la maladie appelée *gale*, sont des animaux voisins de l'Araignée.

CLASSE DES CRUSTACÉS

Type : l'ÉCREVISSE

L'**Écrevisse** vit dans les eaux courantes et limpides. Son corps est recouvert d'une *carapace calcaire.* Il est composé de deux parties : en avant, *la tête et le thorax soudés ensemble ;* en arrière, *l'abdomen.* La **partie antérieure** porte les *yeux*, les *antennes*, les *pièces buccales* et 5 paires de *pattes locomotrices.* Les pattes de la première paire sont terminées par de fortes pinces. L'**abdomen,** formé d'anneaux mobiles, porte de *petites pattes servant à la natation* et auxquelles les femelles accrochent leurs œufs. Il se termine par une nageoire en éventail qui, en frappant l'eau, permet à l'animal de nager à reculons.

L'Écrevisse respire par des branchies.

Le **Homard,** la **Langouste,** les **Crevettes** et les **Crabes** sont des animaux voisins de l'Écrevisse, qui vivent dans la mer.

*Les Insectes, les Arachnides, les Crustacés sont des invertébrés dont le corps formé d'anneaux est soutenu par des pattes articulées. Ils constituent l'***embranchement des Articulés.**

EMBRANCHEMENT DES VERS

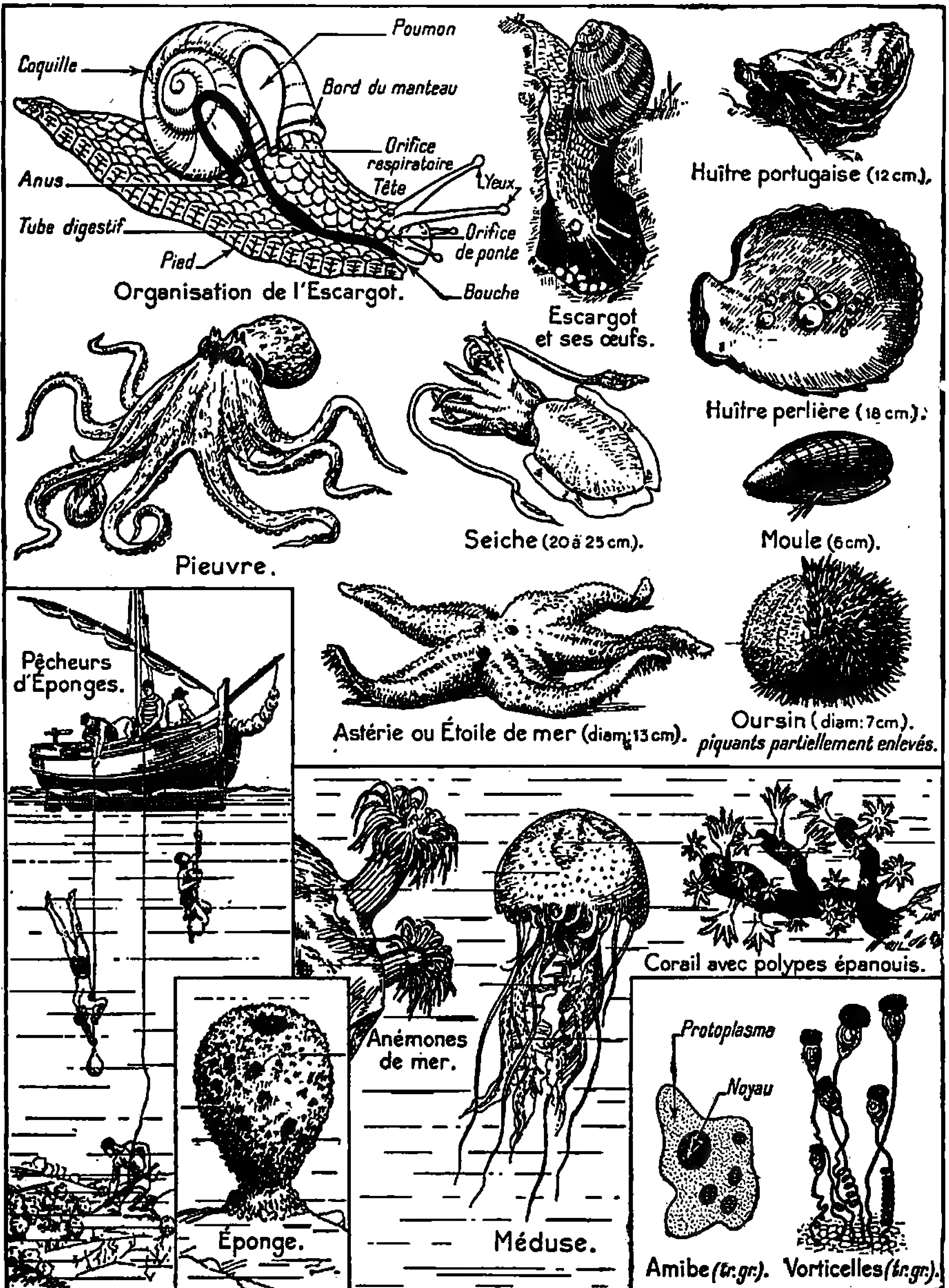
Type : le VER DE TERRE

Le **Ver de terre** a le corps cylindrique et mou, formé d'anneaux et dépourvu de pattes. Il rampe en prenant appui sur le sol au moyen de poils raides situés sur sa face ventrale. Sa respiration s'effectue par la peau, qui doit pour cela être toujours humide.

En perçant des galeries, les Vers de terre ameublissent et aèrent le sol.

Parmi les **animaux voisins des Vers,** on peut citer : la **Sangsue** qui, armée de ventouses, suce le sang des animaux, et le **Ténia** ou **Ver solitaire,** long et plat, qui vit dans l'intestin de l'Homme. Ce ver parasite est transmis à l'Homme par la viande crue ou incomplètement cuite du Porc ou du Bœuf.

*Tous ces animaux, caractérisés par un corps mou formé d'anneaux mais dépourvu de membres, appartiennent à l'***embranchement des Vers.**



Organisation de l'Escargot.

Escargot et ses œufs.

Huître portugaise (12 cm).

Huître perlière (18 cm).

Pieuvre.

Seiche (20 à 25 cm).

Moule (6 cm).

Pêcheurs d'Éponges.

Astérie ou Étoile de mer (diam: 13 cm).

Oursin (diam: 7 cm). *piquants partiellement enlevés.*

Corail avec polypes épanouis.

Anémones de mer.

Éponge.

Méduse.

Amibe *(tr. gr.)*. Vorticelles *(tr. gr.)*.

EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES

Type : l'ESCARGOT

L'**Escargot** a le *corps mou*, protégé par une *coquille calcaire* enroulée en spirale et dans laquelle il peut se retirer tout entier. Il se déplace en rampant au moyen d'une large semelle musculeuse, appelée *pied*, enduite d'un liquide visqueux. En avant, se trouve la *tête*, qui porte la *bouche* et 4 *tentacules* très sensibles. Les deux plus grands portent les *yeux*. Près du bord droit de la coquille est l'*ouverture du poumon*.

La partie du corps logée dans la coquille a la forme d'un *tortillon :* c'est le *tronc*, contenant les principaux organes. Une peau fine, appelée *manteau*, l'enveloppe entièrement.

L'Escargot pond des œufs. Il est nuisible, car il se nourrit de feuilles tendres et de bourgeons.

Les **Limaces**, les **Moules** et les **Huîtres** dont la coquille a deux valves, les **Seiches** et les **Pieuvres** dont la tête est entourée de bras, ont, comme l'Escargot, *un corps mou non divisé en anneaux*. Tous ces animaux constituent l'**embranchement des Mollusques.**

EMBRANCHEMENT DES RAYONNÉS

Type : l'ÉTOILE DE MER

L'**Étoile de mer** a le corps constitué de 5 bras disposés comme des rayons autour d'un centre. C'est un *animal à symétrie rayonnée*. Sa *peau* épaisse et rugueuse est formée de petites *plaques calcaires*. La *bouche*, qui s'ouvre au centre de la face ventrale, communique avec le tube digestif terminé par l'anus. Les *bras* sont creusés d'une gouttière dont les bords portent des filaments ou *pieds* servant à la locomotion.

L'Étoile de mer se nourrit de Mollusques. Elle est un ennemi redouté des parcs à Huîtres.

L'**Oursin**, dont le corps est enfermé dans une *carapace calcaire* hérissée de piquants, a une organisation analogue à celle de l'Étoile de mer. Il est comestible.

*L'Étoile de mer et l'Oursin appartiennent à l'***embranchement des Rayonnés.**

EMBRANCHEMENT DES POLYPES

Il comprend des animaux très simples. La forme de leur corps est celle d'un sac ne présentant qu'une ouverture ou bouche, garnie de bras ou tentacules. Ils n'ont aucun appareil distinct.

L'**Anémone de mer**, l'**Hydre d'eau douce**, la **Méduse**, le **Corail** appartiennent à l'**embranchement des Polypes.**

EMBRANCHEMENT DES ÉPONGES

Comme les Polypes, les **Éponges** sont des animaux de forme très simple. La paroi de leur corps est creusée d'une multitude de petits canaux correspondant avec l'extérieur et dans lesquels l'eau circule sans cesse. Leur corps est soutenu par une matière calcaire ou cornée. L'éponge utilisée pour la toilette n'est autre que le squelette corné d'une variété d'Éponge.

EMBRANCHEMENT DES PROTOZOAIRES

Les **Protozoaires** ne sont formés que d'une seule cellule. Ce sont donc les plus petits de tous les animaux. On ne peut les voir qu'au microscope. Certains Protozoaires causent de graves maladies.

Feuilles
Cotylédons
Tige
Collet
Poils absorbants
Racine principale
Racines
Coiffe
Radicelles

Jeune racine.

Jeune plante de haricot.

Huile
Eau
Huile
Eau

L'eau pénètre à l'intérieur de la racine par les poils absorbants.

Poils absorbants
Vaisseaux conduisant la sève
Bois
Liber

Coupe d'une jeune racine.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Croissance d'une racine.



Racine pivotante (Salsifis).

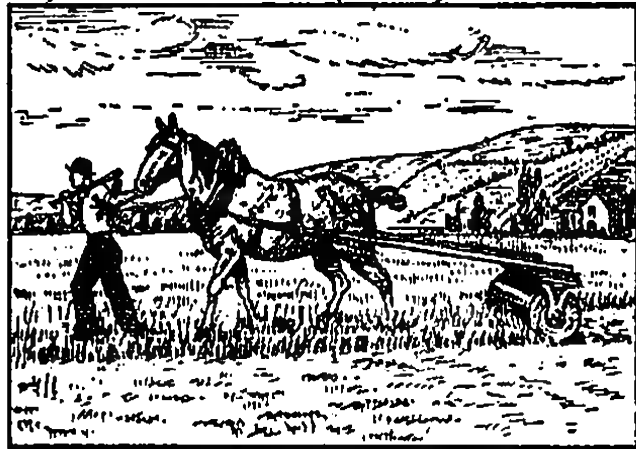
Racine fasciculée (Blé).

Racine tuberculeuse (Dahlia).

Racines adventives (Fraisier).



Les labours aèrent le sol.



Le roulage du blé détermine la formation de racines adventives.

LES VÉGÉTAUX

Les végétaux sont des êtres vivants. Ils sont dépourvus de sensibilité et ne peuvent se déplacer. Ils possèdent des **organes de nutrition** (racines, tiges, feuilles) et des **organes de reproduction** (fleurs, fruits, graines).

LA RACINE

I. — Diverses parties de la racine.

La racine est la partie de la plante qui est située dans le sol. Elle comprend la **racine principale** ou **pivot,** qui se dirige verticalement de haut en bas, et des ramifications ou **radicelles.** Pivot et radicelles sont terminés par la **coiffe** qui en protège l'extrémité. Au-dessus de la coiffe sont les **poils absorbants** par lesquels pénètrent dans la racine les matières nutritives du sol.

La racine s'accroît surtout par son extrémité.

II. — Différentes formes des racines.

Les racines sont dites :

1° **Pivotantes,** lorsque le pivot vertical est beaucoup plus gros que les ramifications (salsifis, carotte, vigne).

2° **Fasciculées,** quand les radicelles sont presque aussi développées que la racine principale (blé, poireau, peuplier).

3° **Tuberculeuses,** lorsqu'elles présentent des renflements chargés de matières nutritives (betterave, dahlia).

Les **racines adventives** naissent le long de certaines tiges en contact avec le sol (fraisier). Le *roulage* du blé, le *buttage* des pommes de terre, le *bouturage* et le *marcottage* déterminent la formation de racines adventives.

III. — Fonctions de la racine.

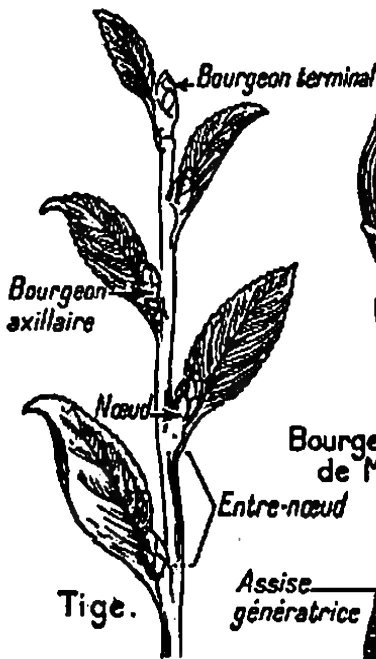
1° **La racine fixe la plante au sol.** Les terres meubles sont ainsi retenues par les racines : les pins maritimes fixent les dunes.

2° **La racine puise dans le sol la nourriture de la plante.** L'eau et les matières minérales qui y sont dissoutes pénètrent dans la racine par les poils absorbants. Ce liquide, qui constitue la *sève brute,* est conduit jusqu'à la tige.

Au fur et à mesure que la racine y prend des aliments, le sol s'appauvrit ; d'où la nécessité de l'arroser et de l'enrichir périodiquement par des engrais.

3° **La racine respire.** Elle absorbe de l'oxygène et rejette du gaz carbonique. Il est donc indispensable d'aérer le sol par des labours et des binages.

Certaines racines sont utilisées dans l'alimentation (carotte, navet, salsifis, etc.). **en médecine** (ipéca, rhubarbe, gentiane, etc.) **et dans l'industrie** (betterave sucrière, garance, curcuma).

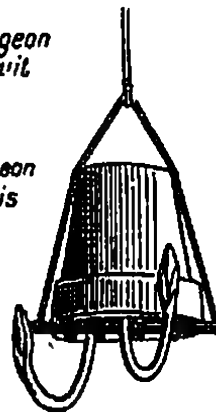


Tige.

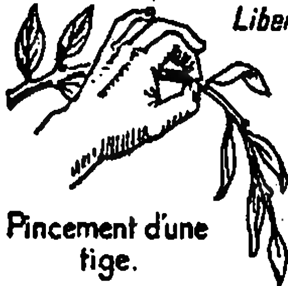

Bourgeon terminal de Marronnier.

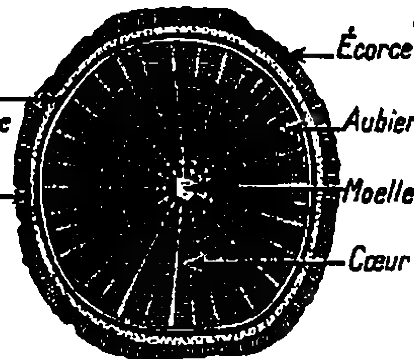


Rameau de Poirier.

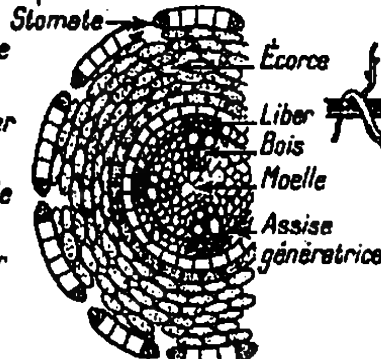

Expérience du pot retourné.


La tige se dirige vers la lumière.

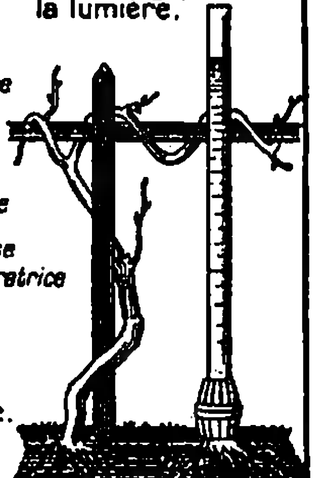

Pincement d'une tige.



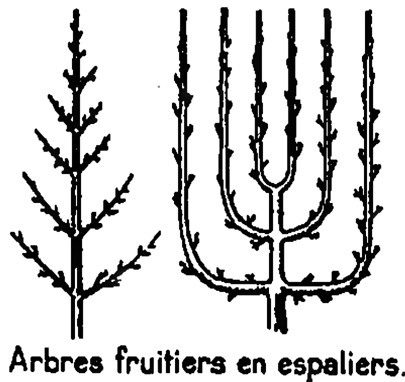
Coupe d'un tronc d'arbre.



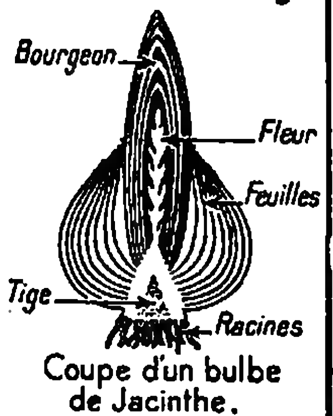
Coupe d'une jeune tige.


La sève absorbée par les racines circule dans la tige.


Tige ligneuse (Peuplier).

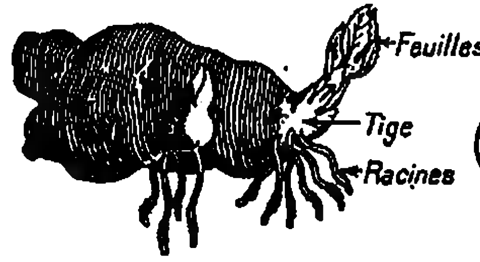

Arbres fruitiers en espaliers.


Tige grimpante (Houblon).

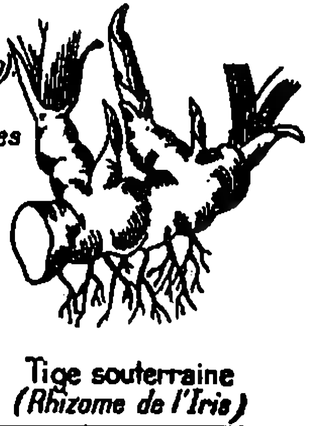


Coupe d'un bulbe de Jacinthe.


Tige herbacée (Renoncule).



Tige souterraine (Tubercule de Pomme de terre).


Tige souterraine (Rhizome de l'Iris)

I. — Aspect extérieur de la tige.

La tige prolonge la racine et s'élève dans l'air. Au sommet de la tige se trouve le *bourgeon terminal.* A l'aisselle des feuilles naissent les *bourgeons axillaires* dont le développement donnera les rameaux qui porteront des feuilles ou des fleurs. Les *bourgeons à fruits* sont, en général, gros et arrondis, et les *bourgeons à bois*, petits et pointus.

II. — Direction de la tige.

La tige se dirige verticalement de bas en haut. Elle reprend sa direction primitive si on essaye de l'en écarter (*expérience du pot renversé*). La lumière peut cependant modifier plus ou moins cette orientation. Les rameaux ne suivent pas la direction verticale, ils s'écartent les uns des autres et de la tige principale afin de mieux exposer leurs feuilles à l'air et à la lumière.

III. — Croissance de la tige en longueur.

C'est par leur extrémité que la tige et les rameaux s'allongent. Par la taille et le pincement, on empêche la tige de s'accroître dans certaines directions. On modifie ainsi la forme des arbres et on favorise le développement des fruits.

IV. — Structure et rôle de la tige.

Sur la coupe d'une jeune tige, on voit deux sortes de vaisseaux : les plus gros ou *vaisseaux du bois* sont placés vers l'intérieur ; les plus ténus, *ceux du liber*, vers l'extérieur. *Dans les vaisseaux du bois circule la sève brute venant des racines ; dans ceux du liber, la sève descendante qui a subi dans les feuilles d'importantes modifications.*

Tiges herbacées et tiges ligneuses.

1° *Les tiges herbacées* sont vertes, molles, et ne vivent qu'un an.

2° *Les tiges ligneuses* contiennent de nombreuses fibres qui leur donnent une grande solidité. Elles peuvent vivre très longtemps. Leur accroissement en épaisseur se fait par un cercle de cellules ou *assise génératrice*, qui produit chaque année une couche de bois vers l'intérieur, une couche de liber vers l'extérieur. Les couches de bois, beaucoup plus larges que les couches de liber, occupent presque toute l'épaisseur de la tige et peuvent être facilement comptées. Leur nombre donne l'*âge de l'arbre.* Les plus anciennes, situées près du centre, sont dures et de couleur foncée : c'est le *cœur ;* les plus jeunes constituent l'*aubier*.

Tiges souterraines. — Ces tiges portent des bourgeons qui donnent des rameaux aériens (*rhizome* de l'iris, *bulbe* de l'oignon, *tubercule* de la pomme de terre).

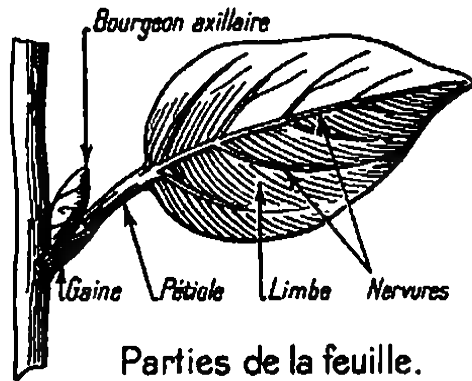
V. — Utilisation des tiges.

Les tiges ont des usages nombreux :

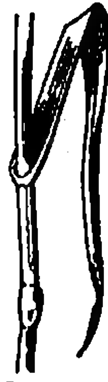
1° **Dans l'alimentation** (pomme de terre, topinambour, asperge, oignons, plantes fourragères, canne à sucre).

2° **Dans l'industrie** (fibres du chanvre et du lin, résine, térébenthine, caoutchouc, bois, etc.).

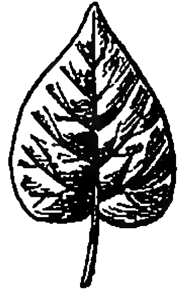
3° **En médecine** (quinquina, chiendent, fougère, etc.).

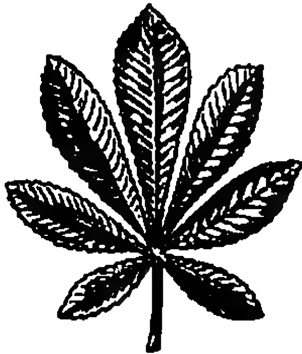


Parties de la feuille.


Blé.
Feuille engainante.



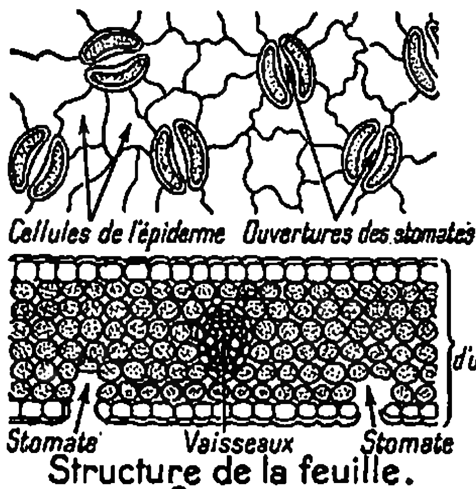

Orme. Chêne. Lilas.
Feuilles simples.



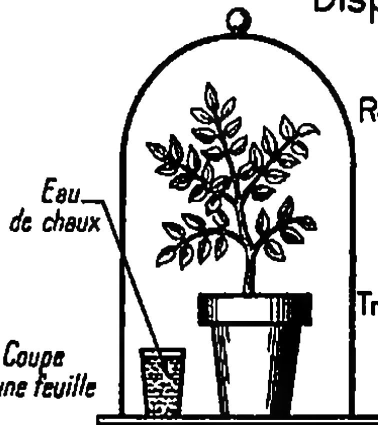
Marronnier. Robinier ou faux acacia.
Feuilles composées.



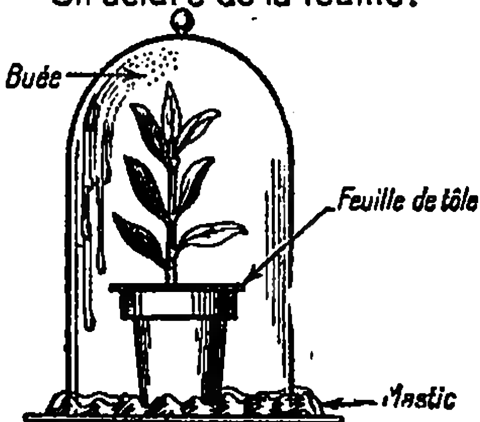

Pêcher. *(Feuilles isolées).* Lilas. *(Feuilles opposées).* Laurier-rose. *(Feuilles verticillées).*
Disposition des feuilles



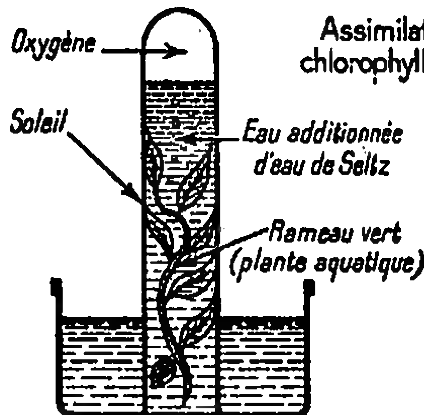
Structure de la feuille.



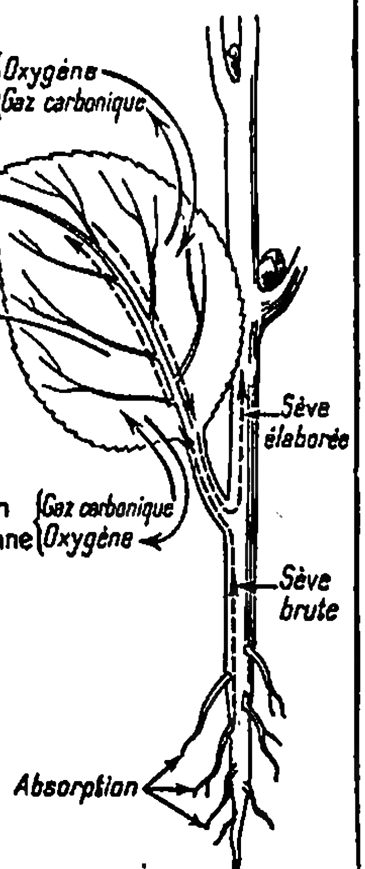
Respiration.



Transpiration.



Assimilation chlorophyllienne.



Les fonctions de la feuille.

I. — Forme de la feuille.

La feuille est fixée sur la tige ou sur un rameau. Elle comprend généralement : le **limbe,** lame verte et plate, le **pétiole** ou queue, et la **gaine** qui entoure plus ou moins la tige.

Les feuilles ont des formes très variées. Elles sont **simples,** quand le limbe est d'une seule pièce, et **composées,** quand le limbe est divisé en plusieurs petites feuilles ou *folioles* s'attachant sur un pétiole commun.

Le contour du limbe peut être continu ou présenter des découpures plus ou moins profondes.

II. — Disposition des feuilles sur la tige.

Les feuilles sont **isolées ou alternes,** quand elles sont fixées isolément à chaque nœud de la tige ou du rameau (pêcher); **opposées,** quand deux feuilles sont fixées au même nœud (lilas); **verticillées,** quand chaque nœud porte plus de deux feuilles (laurier-rose).

III. — Structure de la feuille.

La feuille est formée de **nervures** qui sont les vaisseaux conducteurs de la sève, d'un **tissu cellulaire** contenant la **chlorophylle,** et de **deux épidermes.** Celui de la face inférieure possède des ouvertures ou **stomates** par lesquels se font les échanges gazeux entre l'intérieur de la feuille et l'atmosphère.

IV. — Fonctions de la feuille.

La feuille a trois fonctions importantes :

1° La **respiration.** Les feuilles respirent jour et nuit, c'est-à-dire absorbent l'oxygène de l'air et dégagent du gaz carbonique.

2° La **transpiration.** Les feuilles rejettent de la vapeur d'eau par les stomates.

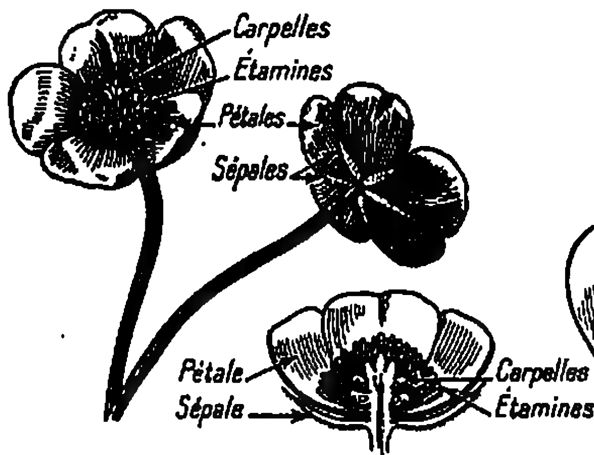
3° L'**assimilation chlorophyllienne.** Pendant le jour, la matière verte des feuilles ou chlorophylle absorbe le gaz carbonique de l'air et le décompose : le carbone reste dans la plante ; l'oxygène est rejeté dans l'air. *L'assimilation chlorophyllienne est une fonction très importante :* elle fournit à la plante un aliment de premier ordre, le carbone, et permet indirectement la nutrition des animaux et de l'homme qui se nourrissent de végétaux. D'autre part, elle purifie l'air en l'enrichissant en oxygène.

La respiration, la transpiration et l'assimilation chlorophyllienne ont pour résultat de transformer le liquide absorbé par les racines, ou *sève brute,* qui circule dans les *vaisseaux du bois,* en un liquide plus nutritif, la *sève élaborée.*

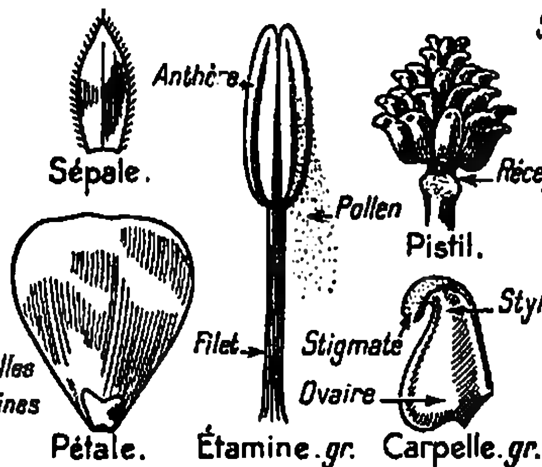
La sève élaborée est distribuée par les *vaisseaux du liber* dans toutes les parties du végétal (tige, racine, bourgeons, fleurs, fruits) ou *mise en réserve* dans certains organes (racine de betterave, tubercules de pomme de terre, graines).

V. — Utilisation des feuilles.

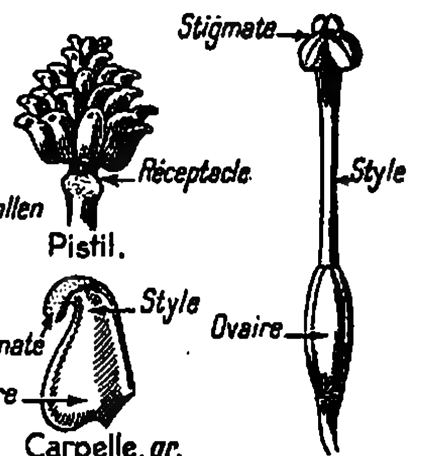
Les feuilles sont utilisées dans **l'alimentation** (salades, choux), dans **l'industrie** tabac) et en **médecine** (menthe, digitale).



Fleur de Renoncule.



Ses diverses parties.



Pistil du Lis.



Fleur à sépales soudés (Œillet).



Fleur à pétales soudés (Pomme de terre).



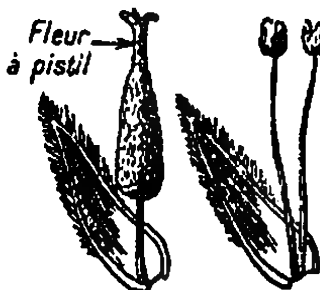




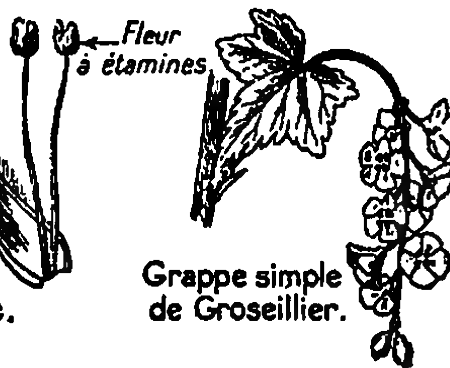




Différentes formes de corolles.



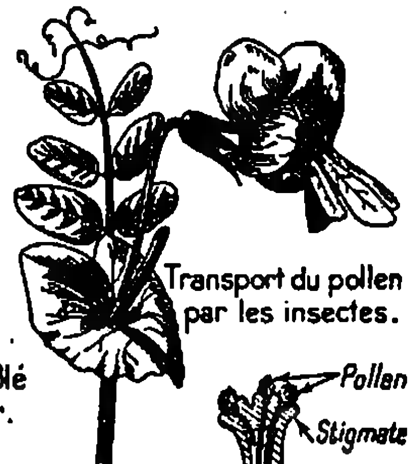
Saule.



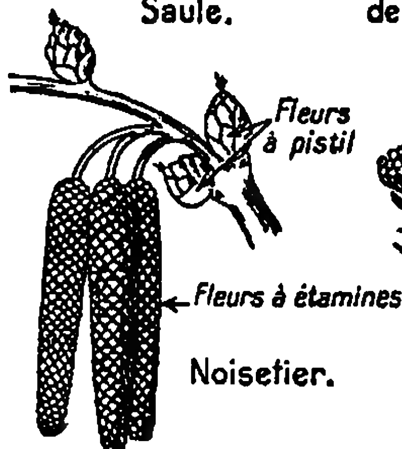
Grappe simple de Groseillier.



Épi de Blé en fleur.

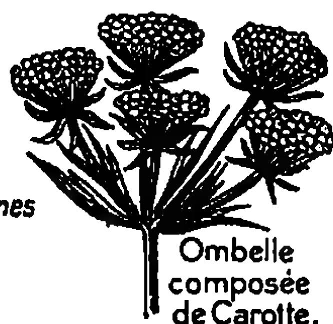


Transport du pollen par les insectes.

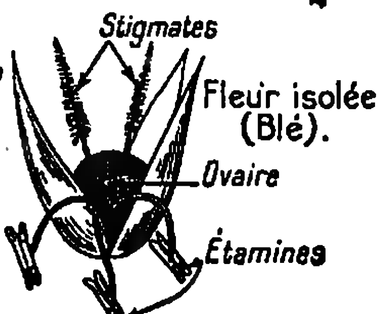


Noisetier.

Fleurs incomplètes.

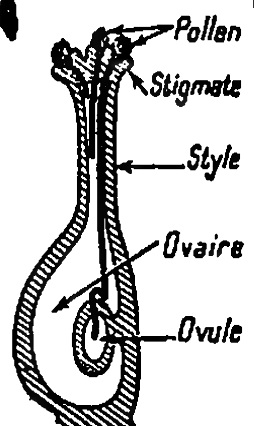


Ombelle composée de Carotte.



Fleur isolée (Blé).

Diverses inflorescences.



Fécondation de l'ovule.

La fleur contient les organes destinés à reproduire le végétal.

I. — Les diverses parties de la fleur.

Les diverses parties de la fleur sont :

1° Le **calice,** formé de *sépales* généralement verts.

2° La **corolle,** constituée de *pétales* de toutes nuances.

3° Les **étamines.** Une étamine se compose d'un filament, le *filet,* qui supporte une partie renflée, l'*anthère.* Celle-ci contient une poussière jaune, le *pollen.*

4° Le **pistil,** formé d'une ou plusieurs parties nommées *carpelles.* Un carpelle se compose d'un *ovaire,* surmonté d'une partie plus mince, le *style,* que termine un renflement visqueux, le *stigmate.*

Le calice et la corolle sont des enveloppes de protection. Les étamines et le pistil sont les organes essentiels destinés à reproduire la plante.

II. — Diversité des fleurs.

Les fleurs présentent, au point de vue de leur forme et de leur constitution, une extrême diversité :

1° Les sépales peuvent être soudés entre eux, de même les pétales.

2° Les ovaires des carpelles sont souvent soudés en un *ovaire commun.*

3° Les fleurs sont parfois *incomplètes :* les unes manquent de calice (tulipe), les autres de corolle (chêne) ou, à la fois, de calice et de corolle (saule). Certaines fleurs ont des étamines et pas de pistil (*fleurs mâles*) ; d'autres ont un pistil mais pas d'étamines (*fleurs femelles*). Fleurs mâles et fleurs femelles sont parfois sur le même pied (noisetier) ; parfois aussi elles sont portées par des pieds différents (saule).

III. — Fonction de la fleur.

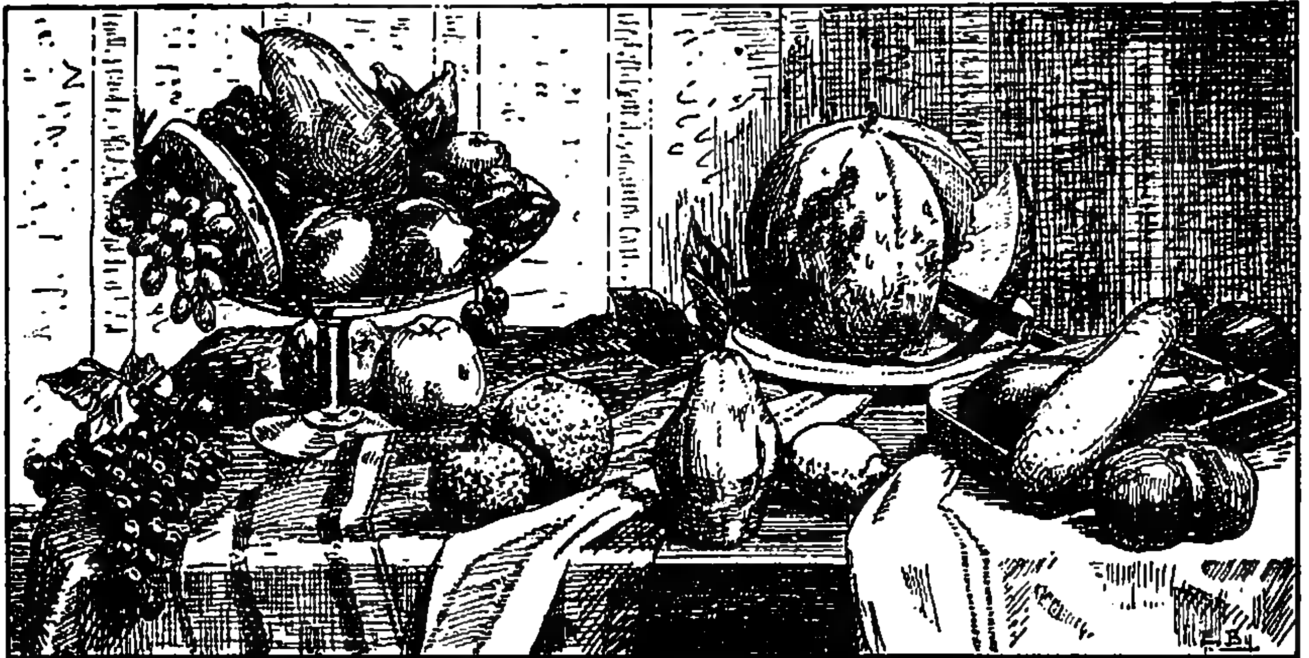
L'ovaire de la fleur donne naissance au fruit, qui contient les graines. Quand la fleur est épanouie, le pollen s'échappe des anthères et se dépose sur le stigmate du pistil. Chaque grain de pollen germe et s'allonge, formant un *tube pollinique* qui pénètre dans le style et vient s'unir à un ovule contenu dans l'ovaire. **La fleur est fécondée.** A partir de ce moment, l'ovaire se développe et produit le **fruit,** les ovules deviennent des **graines,** tandis que les autres parties de la fleur se flétrissent et tombent.

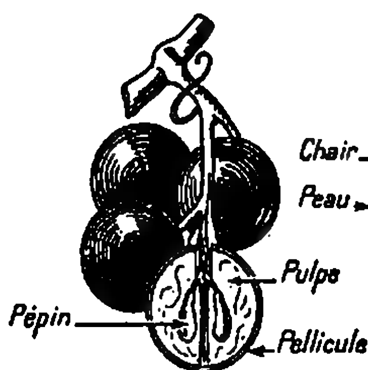
La **pollinisation,** ou transport du pollen sur le stigmate du pistil, est effectuée par le *vent,* par les *insectes* et par l'*homme.*

IV. — Utilisation des fleurs.

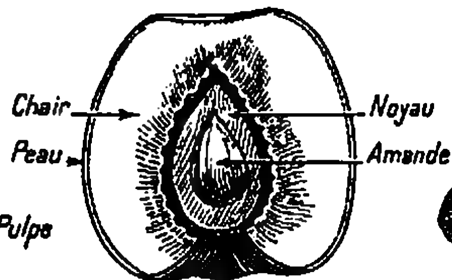
On utilise les fleurs dans **l'ornementation,** en **médecine** (infusions), dans **l'alimentation** (chou-fleur) et dans **l'industrie** (extraction des parfums).

65. — LE FRUIT

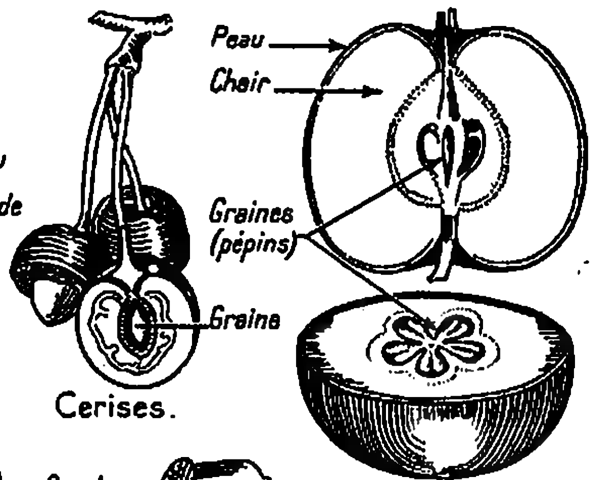




Coupe d'un grain de Raisin *(Baie)*.

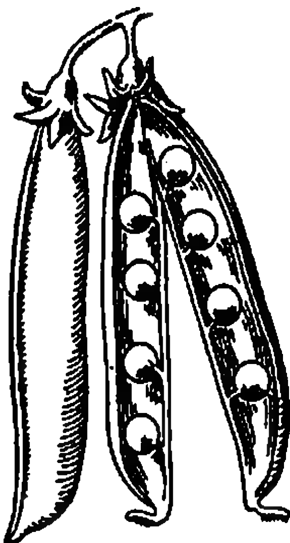


Coupe d'une Pêche.

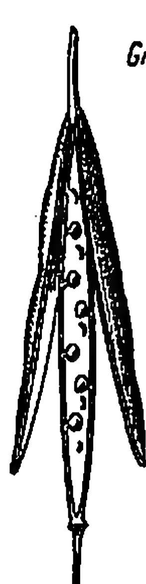


Cerises.

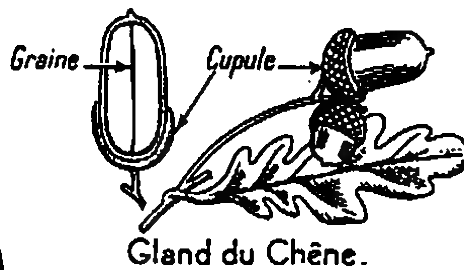
Coupe d'une pomme.



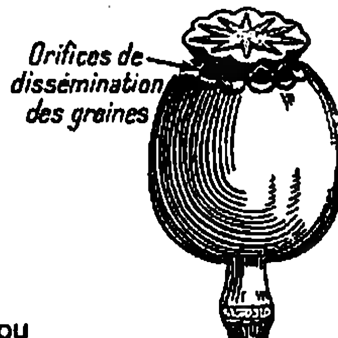
Gousse de Pois s'ouvrant par 2 fentes.



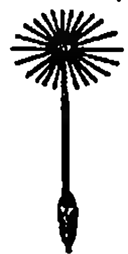
Fruit du Chou s'ouvrant par 4 fentes.



Gland du Chêne.



Capsule de pavot.



Fruit sec à aigrette du Pissenlit.



Fruit sec ailé d'Érable

Après la fécondation, les *ovules* commencent à se transformer en *graines* et l'*ovaire* en *fruit*. Parvenu à sa maturité, le fruit met en liberté les graines qu'il contient et qui reproduiront la plante. Au cours de sa transformation, l'ovaire s'épaissit et se gorge de matières sucrées et juteuses : il devient alors un *fruit charnu*. Dans d'autres cas, il se dessèche au contraire et donne un *fruit sec*. Les parois de l'ovaire s'appellent le péricarpe.

I. — Fruits charnus.

Les parois de l'ovaire ou péricarpe étant épaissis, on a 1 fruit charnu.

Il en existe différents types :

1° La **pomme** renferme des *pépins* ou *graines* situées dans 5 loges à parois parcheminées. Ces loges correspondent aux 5 carpelles qui constituaient l'ovaire. La paroi extérieure de ce dernier, considérablement épaissie, a donné la *chair sucrée* de ce fruit. La *poire*, le *coing* sont constitués d'une manière analogue.

2° Dans la **cerise,** la paroi du fruit qui entoure la graine se compose de 2 parties : l'une très dure, qui correspond aux loges de la pomme et appelée *noyau*, l'autre charnue et sucrée que nous mangeons. La *pêche*, l'*abricot*, la *prune* sont des fruits analogues à la cerise. Il en est de même de la *noix*, de l'*amande*, mais, dans ces derniers fruits, la graine seule est comestible. Le fruit est une drupe

3° D'autres fruits appelés *baies* ne contiennent à l'intérieur ni partie cornée, ni noyau. Leurs parois, entièrement charnues, entourent les pépins. Le *raisin*, la *groseille*, la *tomate*, le *potiron*, l'*orange*, la *datte*, appartiennent à cette catégorie.

Dans tous les fruits précédents, la graine est libérée par décomposition de la partie charnue.

II. — Fruits secs.

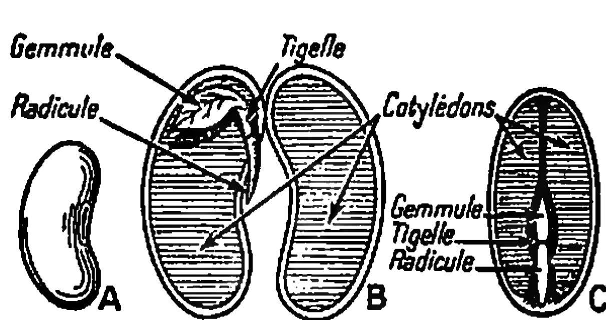
Les parois du péricarpe sont restées minces, les parois de l'ovaire deviennent ligneuses : le fruit est dit "sec".

Certains fruits secs s'ouvrent à maturité pour libérer les graines : le fruit du *haricot* s'ouvre par 2 fentes longitudinales, celui du *chou* par 4 fentes. Le fruit du *pavot* laisse échapper ses graines par de petits trous.

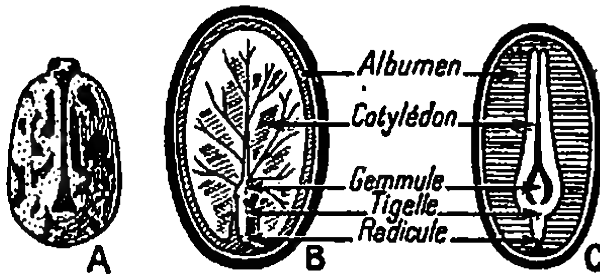
D'autres fruits secs ne s'ouvrent pas, et la graine, pour germer, doit percer la paroi du fruit : tels les fruits du *pissenlit*, du *chêne*, du *blé*, qui ne contiennent d'ailleurs qu'une seule graine.

III. — Utilisation des fruits.

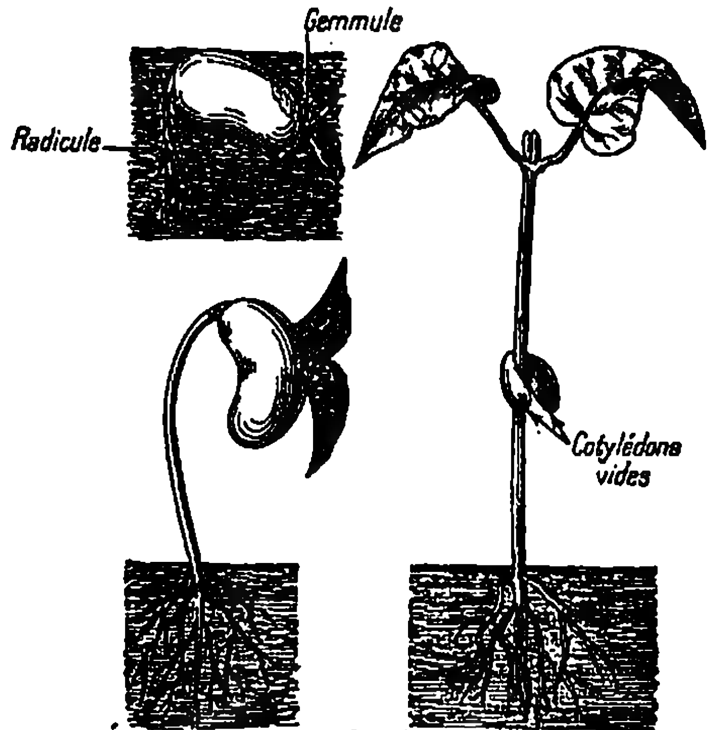
Un grand nombre de fruits sont utilisés dans **l'alimentation** (fruits de dessert, fruits légumiers, fruits des céréales), en **médecine** (noix de kola, pavot) et dans **l'industrie** (fabrication des boissons fermentées et des eaux-de-vie, extraction de l'huile d'olive, préparation des confitures, fruits séchés, fruits confits, etc.).



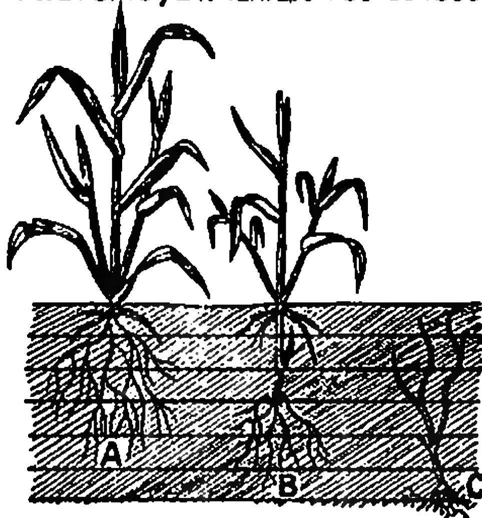
Une graine de Haricot.
A. Graine ; B. Graine ouverte ; C. Coupe.



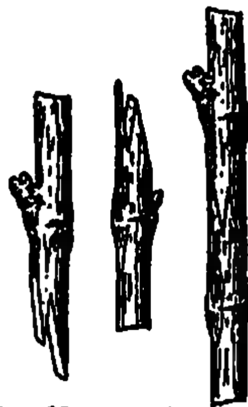
Une graine de Ricin.
A. Graine ; B. Plantule vue de face · C. Coupe.



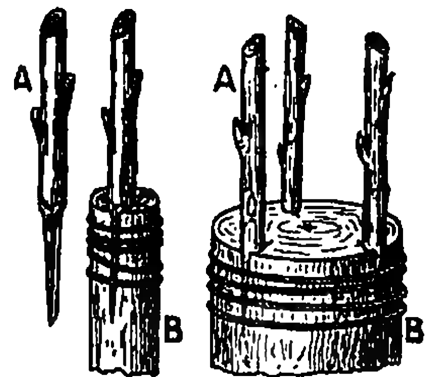
États successifs de la germination du Haricot.



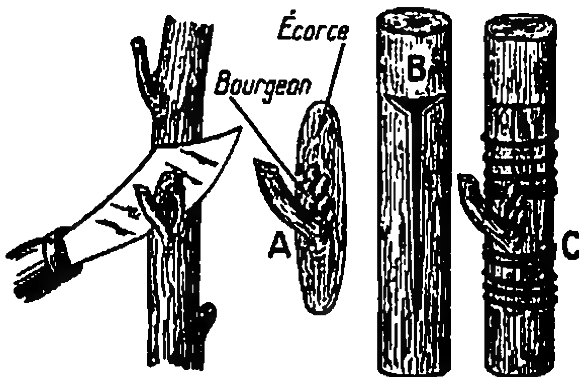
Semis.
A. Profondeur normale.
B & C. Grains enterrés trop profondément.



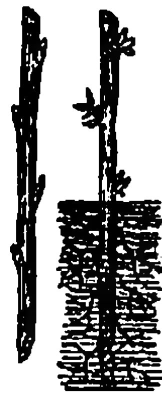
Greffe anglaise.



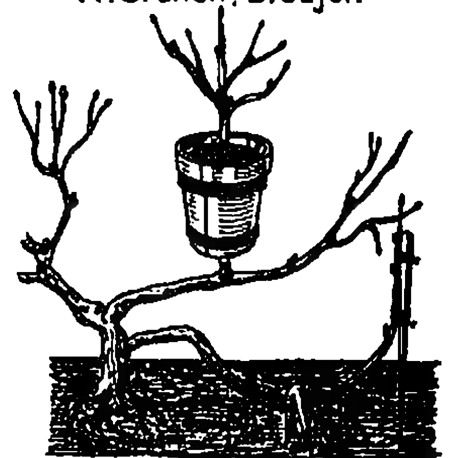
Greffe en fente et en couronne.
A. Greffon ; B. Sujet.



Greffe en écusson.
A. Écusson ; B. Sujet ; C. Greffe terminée.



Bouture.



Marcottage
au-dessus et au niveau du sol.

LA GRAINE ET LA GERMINATION
MULTIPLICATION DES VÉGÉTAUX

La graine provient du développement de l'ovule.

I. — Les diverses parties de la graine.

La graine est constituée par une enveloppe résistante, à l'intérieur de laquelle se trouvent :

1° La **plantule,** appelée encore **germe** ou **embryon.** Celui-ci est essentiellement constitué par une petite racine (*radicule*) et un bourgeon de petites feuilles (*gemmule*). L'espace compris entre la radicule et la gemmule (*tigelle*) porte les deux premières feuilles de la plante, appelées *cotylédons.*

2° **Des matières de réserve** (amidon, huile, substances azotées) destinées à nourrir l'embryon avant que soient suffisamment développées les racines et les feuilles. Ces matières sont situées soit dans les cotylédons (haricot), soit en dehors de la plantule (ricin).

II. — Germination de la graine.

On dit que la graine germe, lorsque son embryon se développe et reproduit une plante semblable à celle qui lui a donné naissance.

Pour qu'une graine puisse germer, certaines conditions sont indispensables :

1° **La graine doit être intacte, mûre, vivante** (elle doit avoir conservé son *pouvoir germinatif*).

2° **Il lui faut de l'humidité, de la chaleur et de l'air.** Aussi est-il indispensable d'arroser les semis, d'aérer le sol (labourage) et de ne pas enfouir trop profondément les semences.

Lorsque la graine germe, elle se gonfle et son enveloppe éclate. La radicule qui en sort se dirige verticalement de haut en bas, se ramifie et se couvre de poils absorbants. La gemmule se dirige de bas en haut, s'allonge et se garnit de feuilles.

Pendant cette première partie de sa vie, la jeune plante absorbe les matières de réserve contenues dans la graine. Lorsque celles-ci sont épuisées, la plante puise dans le sol et dans l'air, par ses racines et ses feuilles, les substances nécessaires à sa nutrition.

III. — Utilisation des graines.

Les graines servent avant tout à **reproduire les plantes.** Mais elles interviennent aussi largement dans **l'alimentation** de l'homme (amidon des céréales, des haricots, des lentilles, huile de colza, d'arachide). D'autres graines (lin, moutarde) sont utilisées en **médecine.**

IV. — Multiplication des végétaux.

Les plantes se reproduisent et se multiplient par le **semis,** le **greffage,** le **bouturage** et le **marcottage.**

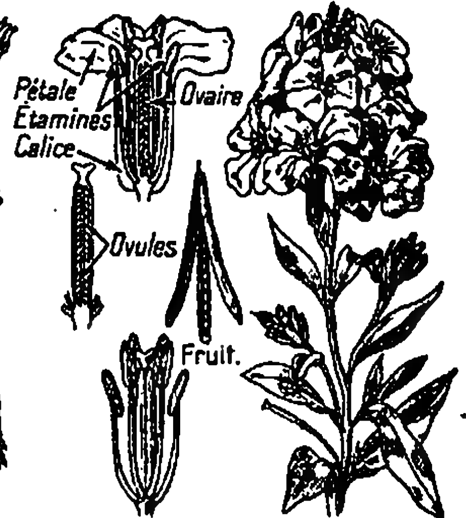
67. — LES GRANDES DIVISIONS DU RÈGNE VÉGÉTAL

PLANTES À FLEURS.

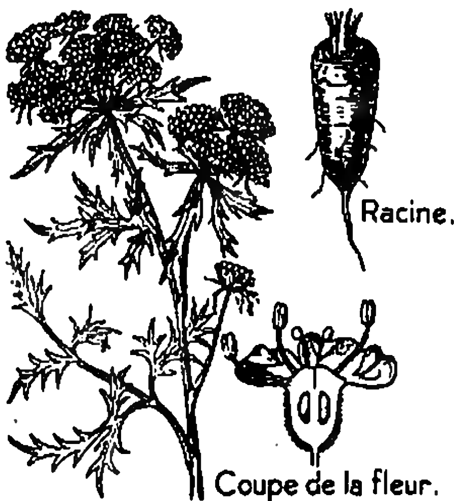
Dicotylédones.


Légumineuses.
Haricot.


Rosacées.
Églantier.



Crucifères.
Giroflée.

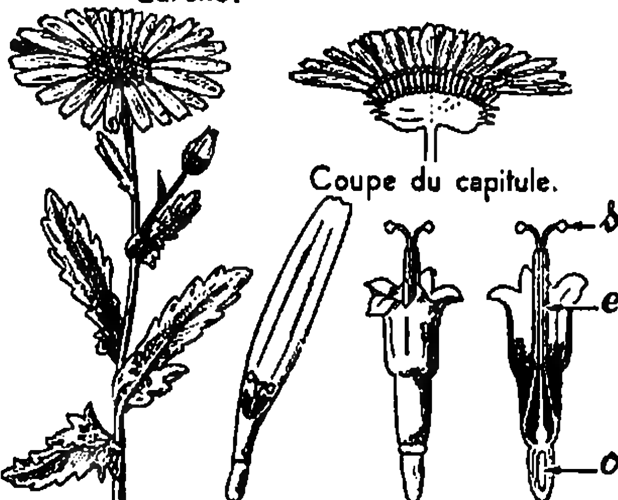


Ombellifères.
Carotte.

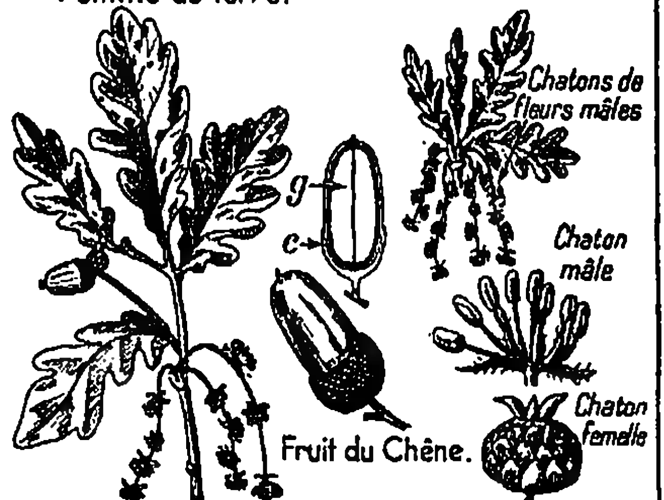




Solanées.
Pomme de terre.



Composées.
Marguerite.



Amentacées.
Chêne.

LES GRANDES DIVISIONS DU RÈGNE VÉGÉTAL

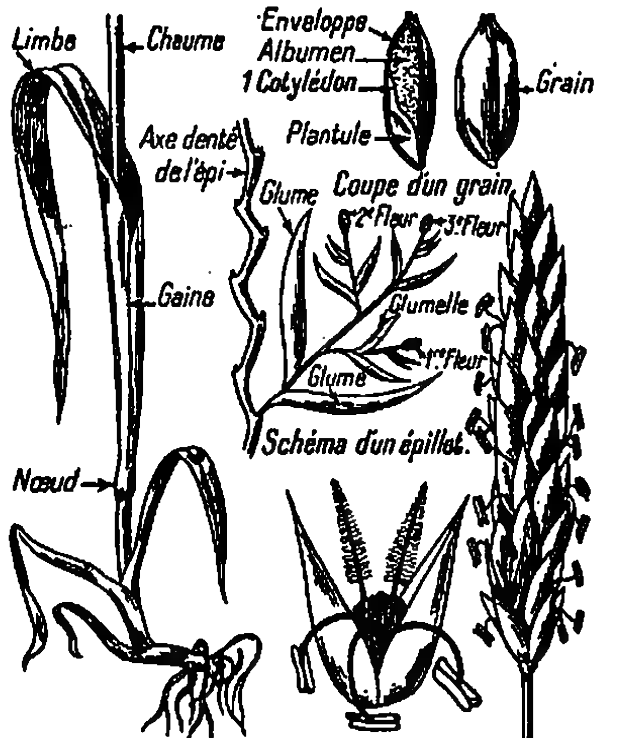
TABLEAU-RÉSUMÉ

PLANTES A FLEURS

DICOTYLÉDONES Plantes dont les graines ont deux cotylédons et les feuilles des nervures ramifiées.	I. — Dicotylédones à pétales séparés.	**Légumineuses.** — La fleur possède une corolle papilionacée, 10 étamines dont 9 soudées, et un ovaire se transformant en une gousse qui s'ouvre par 2 fentes.	Haricot, Pois, Trèfle, Luzerne, Genêt, Glycine.
		Rosacées. — La fleur a 5 sépales, 5 pétales, des étamines nombreuses fixées sur les sépales.	Églantier, Rosier, Framboisier, Fraisier, Pommier, Poirier, Pêcher, Cerisier.
		Renonculacées. — La fleur possède de nombreuses étamines dont les anthères sont tournées vers l'extérieur.	Renoncule, Ficaire, Anémone.
		Crucifères. — 4 pétales disposés en croix, 4 sépales, 6 étamines dont 2 plus petites que les autres, et un ovaire donnant un fruit s'ouvrant par 4 fentes (silique).	Giroflée, Chou, Navet, Radis, Cresson, Colza.
		Ombellifères. — Fleurs petites et nombreuses groupées en ombelles. Chaque fleur a 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines.	Carotte, Persil, Cerfeuil, Céleri, Fenouil, Ciguë.
	II. — Dicotylédones à pétales soudés.	**Solanées.** — La fleur a 5 sépales soudés, 5 pétales soudés, 5 étamines soudées à la corolle.	Pomme de terre, Tomate, Aubergine, Belladone, Tabac.
		Labiées. — Corolle à 2 lèvres, 4 étamines dont 2 plus grandes. Tige à section carrée.	Sauge, Menthe, Thym, Serpolet.
		Composées. — Fleurs petites réunies sur le même réceptacle (capitule).	Pissenlit, Chicorée, Bleuet, Chardon, Topinambour, Marguerite.
	III. — Dicotylédones sans pétales.	**Plantes à chatons.** — Fleurs réunies en chatons. Fleurs à étamines et fleurs à pistil.	Chêne, Châtaignier, Hêtre, Peuplier, Noyer, Noisetier.
		Famille des Betteraves. — Plantes herbacées. Étamines et pistil sur la même fleur.	Betterave.

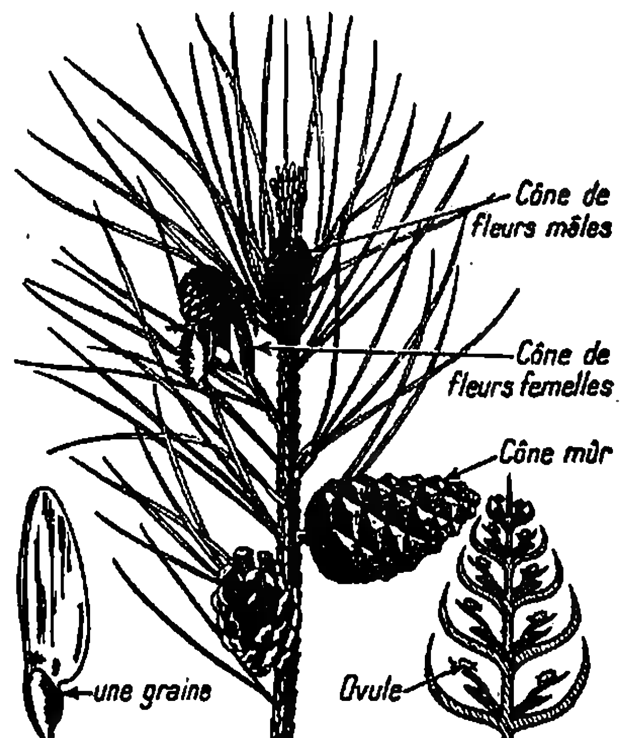
PLANTES À FLEURS.

Monocotylédones.



Graminées.
Blé.

Conifères.

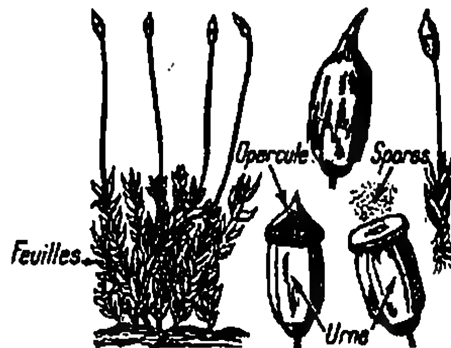


Pin.
Fleurs et fruits.

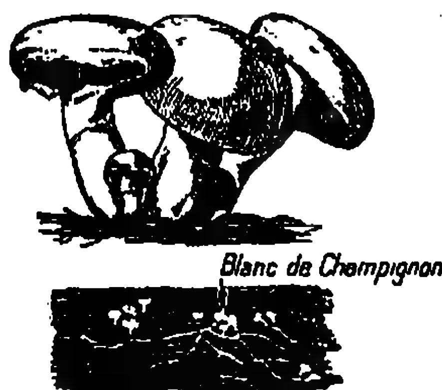
PLANTES SANS FLEURS.



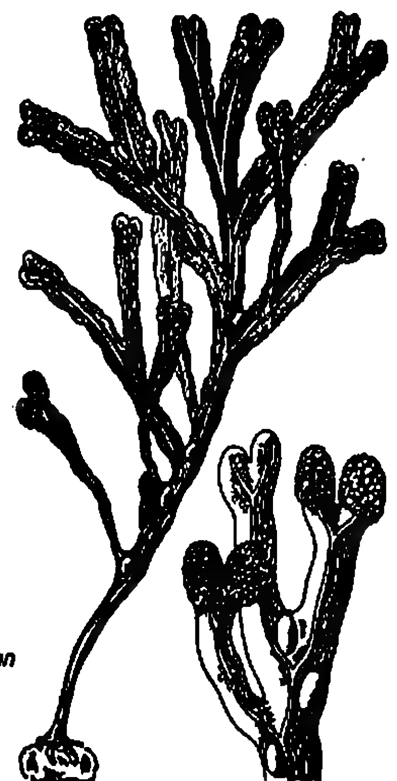
Fougères.



Mousses.



Champignons de couche.



Algues.

TABLEAU-RÉSUMÉ

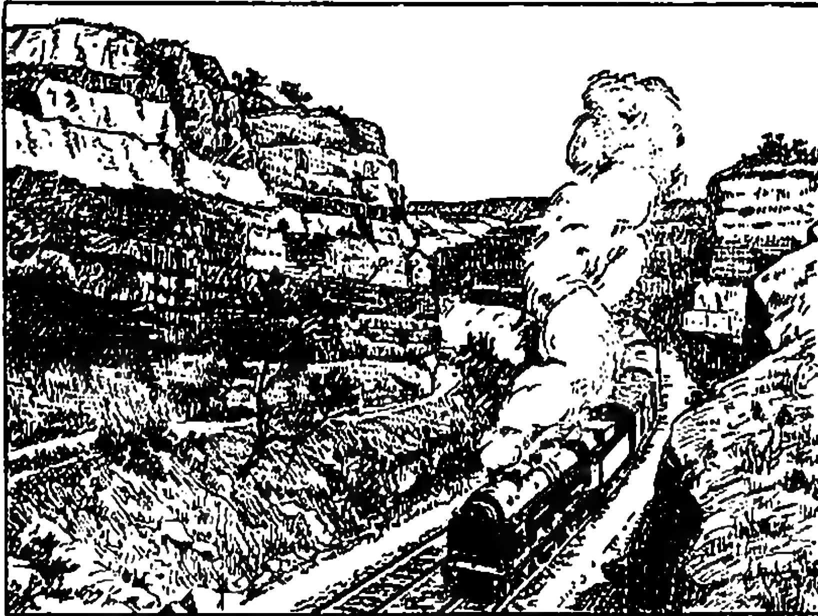
PLANTES A FLEURS (Suite)

MONO-COTYLÉDONES Plantes dont les graines ont un seul cotylédon et les feuilles des nervures parallèles à la nervure centrale.	**Graminées.** Tige creuse avec des cloisons à la hauteur des nœuds. Feuilles engainantes. Fleurs groupées en épi.	Céréales : Blé, Seigle, Orge, Avoine, Maïs, Riz. Graminées fourragères : Pâturin, Dactyle, Fléole, Vulpin, Flouve. Graminées industrielles : Canne à sucre, Alfa, Bambou.
	Liliacées. Les fleurs ont 3 sépales, 3 pétales, 6 étamines. La plante est pourvue d'un bulbe.	Lis, Tulipe, Jacinthe, Ail, Oignon.
PLANTES A OVULES NUS non enfermés dans un ovaire. Fruit en forme de cône.	**Conifères.** Feuilles persistantes (aiguilles). Les écailles des cônes mâles portent sur leur face dorsale 2 sacs polliniques. Les écailles des cônes femelles portent sur leur face dorsale 2 ovules nus. La graine est ailée.	Pin, Sapin, Épicéa, Cèdre, Mélèze.

PLANTES SANS FLEURS

Plantes sans tige aérienne, mais pourvues d'un rhizome à nombreuses racines. Feuilles très découpées. Elles se reproduisent à partir de spores.		**Fougères.**
Plantes ayant une tige et des feuilles mais pas de vraies racines. Des filaments, sortes de poils absorbants, les remplacent. Elles se reproduisent à partir de spores.		**Mousses.**
Plantes qui n'ont ni racine, ni tige, ni feuilles et qui se reproduisent au moyen de spores ou d'œufs.	Plantes possédant de la matière verte ou chlorophylle.	**Algues.**
	Plantes parasites privées de chlorophylle.	**Champignons.**

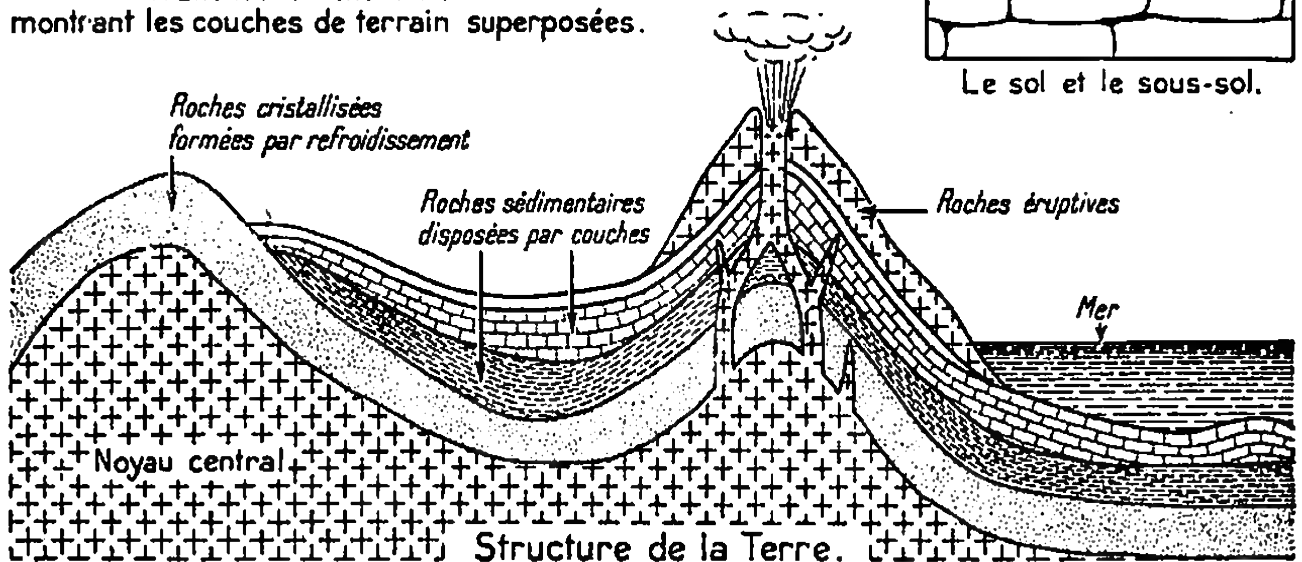
69. — FORMATION DE LA TERRE — LES ROCHES ÉRUPTIVES



Tranchée de chemin de fer
montrant les couches de terrain superposées.



Le sol et le sous-sol.



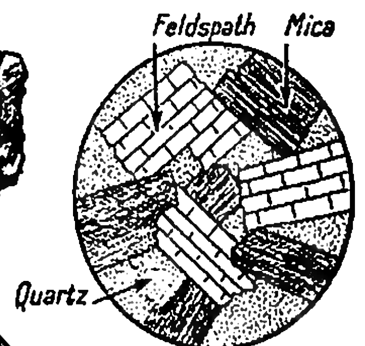
Structure de la Terre.



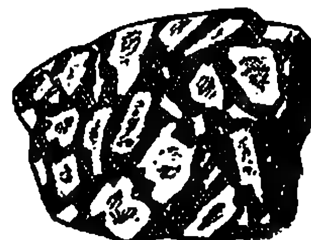
Travail du granit.



Granit.



Granit vu à la loupe.



Porphyre.



Lave.

LES MINÉRAUX

LA CROÛTE TERRESTRE EST FORMÉE DE ROCHES

Lorsqu'on examine une carrière ou une falaise, on y distingue 2 régions :

1° La **terre végétale** ou **terre arable,** dans laquelle les plantes enfoncent leurs racines c'est le **sol.**

2° Au-dessous, des couches plus ou moins épaisses, horizontales ou inclinées. Les matériaux qui les constituent sont des **roches.** Leur ensemble forme le **sous-sol.**

La nature des roches du sous-sol est en rapport avec l'histoire de la formation de la Terre.

FORMATION DE LA TERRE — SA STRUCTURE INTERNE

Un grand savant, *Laplace*, a émis l'hypothèse suivante : La Terre était, à l'origine, une masse gazeuse à très haute température, détachée du Soleil. Elle s'est ensuite refroidie et solidifiée en partie. Elle est constituée d'un **noyau central** formé de roches en fusion, et d'une **écorce solide** de 60 km environ d'épaisseur.

Parmi les roches qui constituent l'écorce terrestre, on peut distinguer principalement :

1° Les **roches cristallines ou éruptives,** provenant des régions profondes du sol.

2° Les **roches sédimentaires,** formées par le dépôt, au fond des eaux, de matériaux arrachés à l'écorce terrestre.

LES ROCHES ÉRUPTIVES

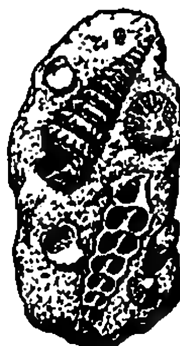
Le **granit** est la plus importante des roches éruptives. Il est abondant en Bretagne, dans le Massif Central et dans les Vosges. *C'est une roche très dure, qui raye le verre et l'acier.* Il est constitué de *grains cristallisés* de *mica*, de *quartz* et de *feldspath.* Il se décompose sous l'action continue des eaux chargées de gaz carbonique et donne de l'argile et du sable.

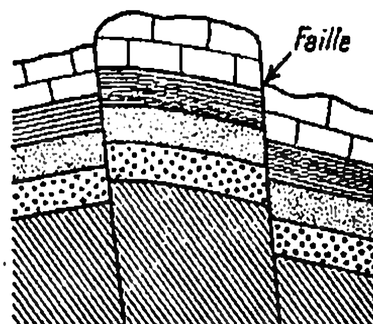
Le granit est une solide pierre de construction. On l'utilise aussi pour empierrer les routes, pour paver les rues et border les trottoirs.

Les autres roches éruptives sont : les **porphyres,** pierres d'ornement ; ils renferment de gros cristaux de quartz et de feldspath noyés dans une sorte de pâte foncée ; le **basalte,** lourd et de couleur sombre, qui forme souvent des colonnes prismatiques ; la **pierre ponce,** poreuse et légère, rejetée par les volcans actuels.

Toutes ces roches sont dures et constituées de grains cristallisés, d'où leur nom de **roches cristallines.** *Elles forment des masses irrégulières non disposées par couches et ne renferment jamais de traces d'êtres vivants ou fossiles.*


Couches plissées de roches calcaires dans le Jura *(St Claude)*.


Roche calcaire contenant des fossiles.



Terrain sédimentaire déformé par des failles. Les diverses roches étaient primitivement continues et horizontales.


Silex.

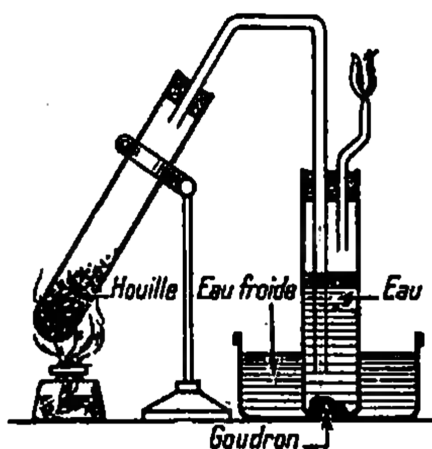

Le silex fait feu sous le briquet.


Cristaux de quartz (silice pure).


Meulière.

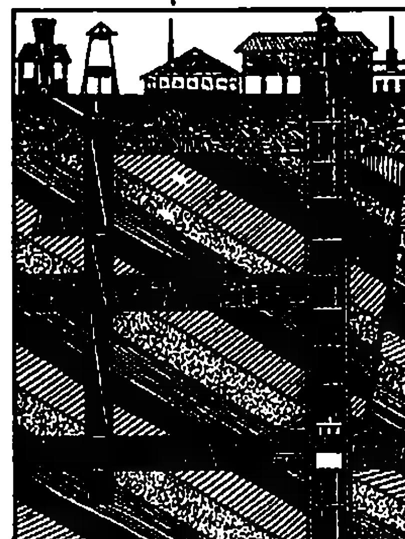

L'eau séjourne au-dessus des terres argileuses.


Fabrication des poteries.



La distillation de la houille donne du gaz d'éclairage, du goudron et du coke.


Extraction de la houille.


Une mine de houille.

Les **roches sédimentaires** *sont formées par le dépôt, au fond des eaux, de débris provenant de la désagrégation des roches superficielles.* Elles sont superposées en couches parallèles. Leur disposition primitivement horizontale a été souvent modifiée par les plissements et dislocations de l'écorce terrestre. On y trouve des restes ou empreintes d'animaux aujourd'hui disparus, les *fossiles*.

PRINCIPALES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Suivant leur composition chimique, on a classé les roches sédimentaires en **roches : calcaires, siliceuses, argileuses, salines et combustibles.**

I. — Roches calcaires. (Voir 27me leçon).

II. — Roches siliceuses.

Les roches siliceuses, très dures, rayent l'acier et font feu sous le briquet. Elles sont formées de *silice*, substance appelée encore *quartz* ou *cristal de roche* quand elle est pure, transparente et cristallisée.

Le **silex**, le **sable**, le **grès**, la **meulière** sont des roches siliceuses.

III. — Roches argileuses.

L'**argile à modeler** ou **glaise** est le type des roches argileuses. *Elle est douce au toucher et forme avec l'eau une pâte liante, facile à pétrir et à façonner :* on dit qu'elle est plastique. *Quand elle est imprégnée d'eau, elle est imperméable.* C'est pourquoi l'eau séjourne au-dessus des terres argileuses (étangs, marécages) et forme des nappes souterraines lorsqu'en traversant le sous-sol elle rencontre une couche d'argile. *Par la cuisson, l'argile durcit et ne reprend plus l'eau.* La transformation qu'elle subit ainsi trouve son application dans l'industrie des briques, des tuiles, des poteries et des faïences.

Le **kaolin** est de l'argile blanche, pure, qui sert à fabriquer les porcelaines.

Les **marnes** sont des mélanges d'argile et de calcaire. On les utilise pour amender les terres argileuses ou sableuses. Calcinées, elles donnent des ciments.

Les **ardoises** et les **schistes** sont des argiles anciennes devenues des roches dures et feuilletées sous l'action d'une forte pression.

IV. — Roches salines.

Les roches salines telles que le **sel gemme**, le **gypse**, ont été déposées dans des lagunes par l'eau qui les tenait en dissolution (voir 26e et 28e leçons).

V. — Roches combustibles.

La **houille** est une roche noire, feuilletée, et combustible grâce à la grande quantité de carbone qu'elle contient. Elle résulte d'une très lente transformation, dans la vase et à l'abri de l'air, d'une abondante végétation, soumise ensuite à des pressions énormes. On l'exploite en creusant des puits et des galeries de mines. Sa distillation donne le *gaz d'éclairage*, le *goudron* et le *coke*.

Les autres roches combustibles sont les **lignites**, la **tourbe**, le **graphite** et le **diamant.**

EXERCICES ET SUJETS D'EXAMENS

I. — PHYSIQUE

1re leçon. — Dites ce que c'est que la pesanteur ; quelle est sa direction. Qu'est-ce qu'un fil à plomb ? un niveau de maçon ? Dites comment on utilise ces appareils.

2e leçon. — 1° Les bras d'un levier de carrier ont respectivement pour longueur 10 cm et 150 cm. L'effort développé par l'ouvrier est 50 kg. Quel poids pourra-t-il soulever ?

2° Deux camarades veulent jouer à la balançoire. Comment placent-ils la planche sur son support ? *a*) s'ils sont de poids sensiblement égaux ? *b*) si l'un d'eux est beaucoup plus lourd que l'autre ? Dans ce dernier cas, et si la planche repose en son milieu, comment feront-ils pour se balancer ?

3° Quels sont les différents genres de leviers ? Comment doit-on s'en servir pour obtenir le meilleur effet ?

3e leçon. — 1° Décrivez sommairement une balance que vous connaissez. Si votre balance était fausse, comment le sauriez-vous ? Pourriez-vous, avec cette balance, peser exactement une marchandise ? Expliquez. (C. E. Mayenne.)

2° Comment le constructeur peut-il rendre une balance très sensible ?

3° Comment fait-on pour savoir si une balance romaine donne des indications exactes ? Quels sont les avantages de cette balance ?

4° Comment peut-on connaître, à l'aide d'une balance, la valeur d'une somme formée de pièces de monnaie identiques ? Donnez un exemple numérique.

5° Comment peut-on, à l'aide d'une balance, déterminer la longueur d'un rouleau de fil de fer, d'un rouleau de grillage, etc... ? Donnez un exemple numérique.

6° Expliquez comment on peut calculer la surface d'une tôle de fer ou d'acier en opérant par pesées,

7° Comment peut-on vérifier, en se servant de la balance, les formules relatives à l'aire d'un triangle d'un trapèze, au volume d'un cylindre ?

8° Comment procédez-vous pour graduer une éprouvette en cl en effectuant des pesées ?

9° La balance peut-elle être utilisée pour mesurer la capacité d'une carafe ? Expliquez comment on procède.

10° Comment utilise-t-on la balance pour déterminer le poids spécifique ou le volume spécifique d'un corps ? Indiquez toutes les opérations qu'il faut faire pour connaître le poids spécifique du marbre. de l'huile.

4e leçon. — Comment peut-on installer un jet d'eau dans un jardin ? Expliquez. A quelle hauteur l'eau jaillit-elle ? Pourquoi ?

5e leçon. — Dans quelles circonstances avez-vous remarqué qu'un même corps semble plus lourd dans l'air que dans l'eau ? Comment peut-on vérifier et mesurer la poussée exercée par l'eau sur les corps qui y sont plongés ? Énoncez le principe d'Archimède.

6e leçon. — 1° Rappelez quelques expériences montrant l'existence de la pression atmosphérique. Avec quel instrument la mesure-t-on ? Décrivez-le. (C. E. Gard.)

2° Comparez un compte-gouttes et une pipette. Expliquez comment : 1° on les emplit ; 2° on les vide de leur contenu.

7e leçon. — Comment se comporte le baromètre : *a*) lorsque le temps va vers le beau ? *b*) lorsque le temps va vers la pluie ? *c*) lorsqu'il va faire un orage ? (C. E. Lot.)

8e leçon. — Qu'appelle-t-on force élastique ou pression d'un gaz ? Citez des appareils et des machines actionnés par les gaz comprimés.

9e leçon. — La pompe du jardin fonctionne mal. Recherchez les causes de ce mauvais fonctionnement.

10e leçon. — 1° Citez quelques applications de la dilatation des corps sous l'action de la chaleur. (C. E. Oise.)

2° Un rail d'acier long de 22 m s'allonge d'un dixième de mm par m pour un échauffement d'un degré. Calculer l'allongement de ce rail lorsque la température passera de — 20° (hiver) à + 35° (été). C. E.) Morbihan.)

3° Un ballon rempli d'eau est fermé d'un bouchon traversé par un tube long et fin où l'eau atteint aussi un certain niveau. En chauffant le ballon, on voit l'eau baisser d'abord un peu dans le tube, puis aussitôt remonter et dépasser son niveau primitif. Tirez-en deux conclusions. (C. E. Finistère.)

11ᵉ leçon. — 1° Sur quel phénomène repose le principe du thermomètre ? (C. E. Vienne.)

2° Pourquoi a-t-on choisi les températures de fusion de la glace et d'ébullition de l'eau comme points de repère de l'échelle thermométrique ?

3° Comment peut-on graduer un thermomètre à alcool ? un thermomètre médical ? (C. E. Cher.)

4° Quand on veut connaître la température d'un corps, il faut laisser le thermomètre un certain temps en contact avec le corps. Pourquoi cette précaution ?

5° Que se produirait-il si l'on plongeait un thermomètre médical dans l'eau bouillante ?

6° Peut-on prendre n'importe quel liquide comme corps thermométrique ? Pourquoi a-t-on choisi le mercure ou l'alcool ?

7° Décrivez un thermomètre médical et indiquez comment on s'en sert.

8° Montrez par des exemples que le toucher ne nous renseigne pas avec précision sur la température des corps.

12ᵉ leçon. — 1° Citez deux corps bons conducteurs de la chaleur et deux corps mauvais conducteurs. Quelles sont les observations et les expériences qui vous permettent de dire que les uns sont bons conducteurs et les autres mauvais conducteurs ? (C. E. Maine-et-Loire.)

2° Pourquoi enveloppe-t-on de paille les bornes-fontaines ou les pompes en hiver ? Quel rôle joue la paille ?

13ᵉ leçon. — L'eau augmente de volume en se congelant. Ce fait a-t-il des conséquences tantôt nuisibles, tantôt utiles pour la végétation et la culture ? Lesquelles ? (C. E Jura.)

14ᵉ leçon. — 1° Pour conserver frais le beurre en été, on utilise des récipients en terre poreuse à double paroi et on met de l'eau entre les deux parties de la paroi. Justifiez l'utilité de ces récipients.

2° Quelle précaution faut-il prendre quand on est en sueur et pourquoi ? Expliquez l'utilité des vêtements de flanelle.

3° Quelles sont les circonstances qui rendent l'évaporation plus ou moins rapide ? Appuyez vos explications sur des observations personnelles ou sur des expériences faites en classe.

15ᵉ leçon. — 1° Qu'entend-on par « bain-marie » ? Décrivez une cuisson au bain-marie. Montrez qu'on ne peut pas dépasser une certaine température ; laquelle ?

2° Vous faites chauffer de l'eau dans une casserole ; dites tout ce que vous avez observé jusqu'au moment de l'ébullition ? A ce moment, quelle est la température de l'eau ? On continue à chauffer. Quelles remarques pouvez-vous faire à ce moment et quelle peut être alors la température de l'eau ? (C.E. Gard.)

16ᵉ leçon. — 1° Quelles expériences avez-vous vu faire avec un aimant ?

2° Cherchez quels sont les métaux qui ne sont pas attirés par l'aimant.

17ᵉ leçon. — 1° Décrivez une boussole. Qui l'utilise ? Quelles précautions faut-il prendre quand on s'en sert ?

2° Comment peut-on déterminer le Nord géographique et, par conséquent, s'orienter, avec la boussole?

II. — CHIMIE

18ᵉ leçon. — L'air : sa composition, son rôle. Dangers d'un air vicié

19ᵉ leçon. — Expliquez par des exemples précis ce que c'est qu'une combustion vive et une combustion lente.

20ᵉ leçon. — L'eau, sa composition. Conditions que doit remplir l'eau pour être propre à l'alimentation. Comment peut-on rendre potable une eau suspecte ? (C. E. Eure.)

21ᵉ leçon. — 1° Préparation et propriétés de l'hydrogène.

2° Citez les expériences faites en classe montrant la différence entre l'oxygène et l'hydrogène. comment fonctionne un chalumeau ?

22ᵉ leçon. — Comment pourriez-vous fabriquer du gaz carbonique et constater ses principales propriétés ? (C. E. Seine-Inférieure.)

23ᵉ leçon. — Quelles sont les propriétés générales des métaux ?

24ᵉ leçon. — 1° Décrivez un haut fourneau. Que se passe-t-il à l'intérieur du haut fourneau quand il fonctionne ?

2° Montrez à quelles propriétés exceptionnelles le fer doit son importance.

3° Qu'est-ce que la fonte ? Citez des objets en fonte. Comment les a-t-on fabriqués ? (C. E. Morbihan.)

4° Comment et pourquoi trempe-t-on certains objets en acier ?

5° Comment fait-on de l'acier avec de la fonte ?

25ᵉ leçon. — 1° Indiquez et justifiez les usages du cuivre, de l'aluminium, du zinc, du plomb et de l'étain

2° On étame souvent l'intérieur des casseroles en cuivre. Pourquoi ?

3° Les coupe-circuits qu'on utilise pour éviter les courts-circuits sont en plomb. Pourquoi ?

4° Quelles propriétés de l'aluminium peuvent être constatées par l'examen et l'usage des ustensiles de cuisine fabriqués avec ce métal ?

26ᵉ leçon. — 1° Le sel marin et le sel gemme. Comment extrait-on le sel de la mer et de la terre ? Quels sont ses principaux usages ? (C. E. Seine.)

2° Citez les principaux acides. Quelles sont leurs propriétés communes ?

27ᵉ leçon. — Comment pourriez-vous reconnaître une pierre calcaire ? (Expérience). Citez les pierres calcaires que vous connaissez. Comment prépare-t-on la chaux ? Qu'appelle-t-on chaux vive ? chaux éteinte ? Comment prépare t-on le mortier et pourquoi durcit-il à l'air ? (C. E. Mayenne.)

28ᵉ leçon. — 1° Le gypse et le plâtre. Usages et emploi du plâtre. (C. E. Seine-et-Oise.)

2° Pourquoi ne faut-il pas laisser le plâtre longtemps exposé à l'air ?

III. — LE CORPS HUMAIN

29ᵉ leçon. — Pourquoi faut-il prendre des aliments ? Faites connaître les principaux aliments qui doivent constituer nos repas. Composez quelques menus.

30ᵉ leçon. — 1° Une bouchée de pain conte son voyage à travers le tube digestif. Quelles sont les parties traversées et les grandes transformations qu'elle a subies ? (C. E. Hautes-Pyrénées.)

2° Quels sont les organes qui participent, chez l'homme, au travail de la digestion ? Indiquez le rôle de chacun d'eux . (C. E. Gers.)

3° Les dents de l'enfant et de l'homme : nom, place, forme, rôle, soins et précautions à prendre pour les conserver. Croquis avec noms ; coupe d'une dent. (C. E. Nice.)

31ᵉ leçon. — 1° Qu'entend-on par le mot digestion ? Quels sont les aliments digérés ? Rôle de la salive ? du suc gastrique ? du suc pancréatique ? (C. E. Haute-Saône.)

2° Quelles précautions faut-il prendre pour bien digérer ?

3° Qu'appelle-t-on lait stérilisé ? Comment peut-on l'obtenir et avec quelles précautions ?

32ᵉ leçon. — 1° Que savez-vous de la composition du sang et de son double rôle ? (C. E. Gironde.)

2° Importance de la coagulation du sang en cas d'hémorragie. Comment peut-on la favoriser ?

33ᵉ leçon. — 1° Coupe schématique du cœur avec indication des vaisseaux qui en partent ou y aboutissent ; figurez par des flèches la marche du sang.

2° Différence entre une veine et une artère. Où faut-il ligaturer une artère blessée ? Pourquoi ? (C. E. Alpes-Maritimes.)

3° Indiquez le trajet parcouru par le sang dans le phénomène de la circulation. Vaisseaux empruntés. Échanges réalisés. (C. E. Haute-Marne.)

4° Par un dessin et une légende, faites comprendre la circulation du sang dans le corps de l'homme. (C. E. Gironde.)

5° Qu'appelle-t-on pouls ? Qu'est-ce qui le produit ? Dans quelle partie du corps peut-on l'observer ? Pourquoi tâte-t-on le pouls ? Qu'indique-t-il au médecin ? (C. E. Alpes-Maritimes.)

34ᵉ leçon. — 1° Quelle est l'action de l'alcool sur les organes de l'appareil circulatoire ?

2° Précautions à prendre pour assurer le bon fonctionnement du cœur.

3° En cas d'évanouissement ou de congestion, quels premiers soins donneriez-vous au malade ?

35ᵉ leçon. — Quel est notre organe essentiel de la respiration ? Décrivez-le sommairement, indiquez comment il fonctionne et dites-en le rôle. (C. E. Algérie.)

36ᵉ leçon. — 1° Décrivez les expériences montrant la différence entre l'air inspiré et l'air expiré. Conséquences au point de vue de l'hygiène. (C. E. Seine-Inférieure.)

2° Montrez l'importance des échanges gazeux dans les poumons. Applications.

3° L'air qui a servi à la respiration est inutilisable et dangereux. Pourquoi ? Règle d'hygiène à en tirer. (C. E. Morbihan.)

4° Qu'entend-on par combustion respiratoire ? Où se fait et comment s'effectue cette combustion ?

37ᵉ leçon. — 1° Comment peut-on être asphyxié ? Quels soins faut-il donner aux asphyxiés ?

2° But des exercices respiratoires en gymnastique. Pourquoi nous recommande-t-on d'inspirer par le nez ?

3° Indiquez les circonstances où de l'oxyde de carbone peut se produire. Quelles précautions convient-il de prendre ? Pourquoi ? (C. E. Doubs.)

4° Justifiez ce proverbe : « Là où le soleil entre, le médecin n'entre pas ».

5° Comment tient-on une maison propre ? Que pensez-vous de l'usage du plumeau ?

38ᵉ leçon. — 1° Rôle des deux organes purificateurs du sang : les poumons et les reins.

2° Le rein : description, fonctionnement ; importance de la fonction rénale.

3° Qu'est-ce que la sueur ? Utilité de la transpiration. Précautions à prendre quand on est en sueur. Peut-on provoquer artificiellement la transpiration ? Dans quels cas y a-t-il intérêt à le faire, et par quels moyens ? (C. E. Meuse.)

39ᵉ leçon. — 1° Décrivez un os en indiquant les expériences par lesquelles on vous a montré la composition des os. Quels sont, au point de vue des os, les dangers d'une tenue défectueuse à l'école ? (C. E. Côte-d'Or.)

2° Quelles sont les différentes parties du squelette humain ? Quel est leur rôle ? (C. E. Charente.)

3° Danger de faire marcher les enfants trop tôt. Comment coucher le bébé pour éviter la déformation de la tête ? (C. E. Doubs.)

4° Ressemblances et différences entre le squelette du bras et celui de la jambe.

40ᵉ leçon. — 1° Décrivez une articulation que vous avez vue. Donnez deux exemples d'articulation dans le corps humain.

2° Quels sont les principaux os et les articulations des membres supérieurs de l'homme ? Quelle différence y a-t-il lieu de faire entre une fracture, une entorse et une luxation ? Comment soigne-t-on une entorse ? Votre camarade s'est fracturé la jambe, que convient-il de faire en attendant le médecin ? Comment vous y prendrez-vous pour le transporter ? (C. E. Loir-et-Cher.)

3° Les muscles : leur forme, leur fonction. Comment agissent les exercices physiques sur les muscles ? (C. E. Haute-Marne.)

41ᵉ leçon. — 1° Quelles sont les différentes parties du système nerveux ? Qu'arrive-t-il quand les nerfs d'un de nos membres sont coupés ?

2° Action de l'alcool, du tabac, du café et du thé sur le système nerveux.

3° Montrez que nos organes peuvent communiquer ensemble au moyen d'un véritable système télégraphique.

42ᵉ leçon. — 1° L'œil. Croquis et description. Les deux défauts les plus communs de la vision. Comment on les corrige. Hygiène de la vue. (C. E. Morbihan.)

2° Comparez le fonctionnement de l'œil à celui d'un appareil photographique

43ᵉ leçon. — 1° Comment sont produits les sons ? Expliquez comment nous pouvons les entendre. Quels soins exige l'oreille ?

2° La peau. De quoi est formée notre peau ? Dessiner la coupe de la peau avec l'indication des organes qui s'y trouvent. Quelles sont les fonctions de la peau ? Quels soins réclame notre peau ? Pourquoi ? Pourquoi et comment faut-il soigner les écorchures ? (C. E. Indre.)

44e leçon. — 1° Qu'appelle-t-on maladies contagieuses ? Précautions à prendre dans une famille pendant la maladie et après la maladie. (C. E. Eure.)

2° Qu'est-ce que la vaccination ? Quel est son but ? Contre quelles maladies vaccine-t-on ? (C. E. Alpes-Maritimes.)

3° On vous a dit qu'il ne faut pas cracher sur le sol. Quelle est la maladie qui se propage par les crachats ? A quoi est-elle due ? A quelles parties du corps s'attaque-t-elle ? Comment la soigne-t-on ? Comment peut-on aider à la lutte contre cette maladie ? (C. E. Somme.)

IV. — LES ANIMAUX

45e leçon. — 1° Donnez les raisons pour lesquelles l'Homme s'élève bien au-dessus de l'animalité

2° Quels sont les caractères distinctifs des principales races d'Hommes ?

46e leçon. — Quelles sont les particularités de l'organisation des Singes ? Rapports entre cette organisation et leur genre de vie. Nommez les principaux Singes

47e leçon. — 1° Faites le portrait d'un carnivore que vous avez observé. Que fait-il pour débiter sa proie ? Insistez sur ce qu'ont de particulier ses dents et ses pattes. (C. E. Paris.)

2° Comparez les mâchoires du Chien et du Chat. Montrez qu'elles sont adaptées au régime de ces deux animaux.

48e leçon. — 1° Décrivez une Taupe, un Hérisson et une Chauve-Souris. Indiquez de quoi se nourrissent ces petits animaux.

2° Quels sont les caractères distinctifs de la dentition d'un Lapin ? Comment cet animal mange-t-il ? Pourquoi le Lapin de garenne est-il chassé par l'Homme ?

49e leçon. — 1° Que présentent de particulier les pattes du Cheval ? Montrez qu'elles réalisent une parfaite adaptation à la course.

2° Que savez-vous des Éléphants ?

50e leçon. — 1° L'appareil digestif des mammifères ruminants (mâchoires, dents, estomac, intestin), (C. E. Deux-Sèvres.)

2° Nommez les principaux animaux ruminants que vous connaissez. Quels services nous rendent-ils ?

51e leçon. — 1° En quoi la dentition du Porc diffère-t-elle de celle du Bœuf et du Cheval ? Que savez-vous de la viande de Porc et de son utilisation ? Quelle maladie peut-elle provoquer ? Comment l'éviter ? (C. E. Indre.)

2° En prenant quelques exemples, montrez que la dentition des animaux varie avec leur nourriture. (C. E. Eure.)

3° Citez des animaux carnassiers, rongeurs, herbivores. Quelles dents sont particulièrement développées dans chacune de ces catégories d'animaux ? Pourquoi ? (C. E. St-Julien.)

52e leçon. — 1° Les Oiseaux n'ont pas de dents. Comment expliquez-vous qu'ils puissent broyer et digérer leur nourriture, et, en particulier, les graines ?

2° Quels sont les caractères généraux des Oiseaux ; montrez que le corps des Oiseaux est généralement disposé pour le vol. (C. E. Ardennes.)

3° Quelles sont les particularités remarquables du squelette des Oiseaux ? (C. E. Allier.)

4° Vous avez observé un œuf de Poule Expliquez comment il est constitué. Faites un croquis de la grandeur d'un œuf.

53e leçon. — 1° Décrivez la Chouette. Citez des Oiseaux de la même famille. Sont-ils utiles ou nuisibles ?

2° Montrez que le Canard est adapté à la vie aquatique.

3° Indiquez les caractères particuliers des Échassiers et citez les principaux types.

54e leçon. — 1° Comparez la Poule et le Canard.

2° Citez les Passereaux insectivores que vous connaissez. Donnez des exemples montrant la quantité extraordinaire d'Insectes qu'ils consomment.

3° La forme du bec et des pattes diffère chez les Oiseaux. Montrez, par des exemples, qu'elle varie suivant le mode de vie ou de nourriture. (C. E. Loire-Inférieure.)

55e leçon. — Citez des Reptiles de votre pays. Caractères des Reptiles. Quelles différences y a-t-il entre une Vipère et une Couleuvre ? Soins à donner à une personne mordue par une Vipère. (C. E. Charente-Inférieure.)

56e leçon. — 1° Comment la Grenouille respire-t-elle ? Respirait-elle de la même façon au début de son existence ? (C. E. Marne.)

2° Comparez une Salamandre avec un Triton.

57e leçon. — 1° Décrivez une Truite. Dites comment elle se meut et comment elle respire. (C. E. Haute-Loire.)

2° Dessinez un poisson (grandeur 12 cm environ) et indiquez sur ce dessin les différentes parties de son corps. Citez les principaux poissons d'eau douce et de mer. La pêche en mer ne constitue-t-elle pas une véritable industrie ? Montrez-le. (C. E. Meurthe-et-Moselle.)

58e leçon. — 1° Le Hanneton. Description. Métamorphoses. Ravages occasionnés par cet Insecte. Procédés de destruction. (C. E. Indre-et-Loire.)

2° Décrivez l'organisation d'une société d'Abeilles.

3° Décrivez les changements de forme du Ver à soie.

4° Insectes utiles et Insectes nuisibles. Comment lutter contre les Mouches ? (C. E. Gard.)

59e leçon. — 1° Recherchez ce qui distingue une Araignée d'une Mouche.

2° Décrivez une Écrevisse et citez les animaux qui lui ressemblent.

3° Le Ténia ou Ver solitaire. Comment parvient-il dans le corps de l'Homme ?

60e leçon. — 1° Comparez l'Escargot et l'Huître. Ressemblances et différences

2° Pourquoi appelle-t-on certains animaux « Rayonnés » ? Citez ceux que vous connaissez et dites ce que vous savez sur chacun d'eux.

V. — LES VÉGÉTAUX

61e leçon. — 1° La racine : description, rôle et utilisation. (C. E. Tunisie.)

2° Pourquoi faut-il varier les récoltes d'un champ ? Qu'appelle-t-on assolement ? Citez des exemples d'assolements employés dans votre région. (C. E Eure.)

3° A quoi sert la racine des végétaux ? Quelles sont les diverses sortes de racines que vous connaissez ? Donnez pour chacune d'elles des exemples de plantes cultivées dans votre région. (C. E. Côte-d'Or.)

4° Quel est le but du sarclage, du binage, du buttage ?

62e leçon. — 1° Diverses sortes de tiges. Comment s'accroissent-elles ? A quoi peut-on reconnaître l'âge des arbres ? (C. E. Haute-Marne.)

2° Comment montreriez-vous que la tige des plantes contient de la sève et qu'elle la transporte ? (C. E. Maine-et-Loire.)

3° Quelle est l'utilité de la taille des arbres ?

63e leçon. — 1° Décrivez une feuille que vous connaissez bien. Indiquez les trois fonctions importantes des feuilles. Plantes cultivées pour leurs feuilles. (C. E. Meurthe-et-Moselle.)

2° La feuille : expliquez la différence entre la respiration et la fonction chlorophyllienne. (C. E. Eure.)

3° Expliquer comment la plante se nourrit dans le sol et dans l'air. (C. E. Hautes-Pyrénées.)

4° Comparez la manière dont se nourrit la plante à celle dont se nourrit l'animal.

5° Montrez que, sans la substance verte des plantes, toute vie serait impossible.

64e leçon. — 1° Dessinez et décrivez une fleur simple que vous connaissez bien. Nommez chaque partie. Que devient chaque partie au fur et à mesure de la végétation ? (C. E. Gard.)

2° Il pleut sur les cerisiers en fleurs. Grand mère se désole : « Les fleurs vont « couler ». Nous n'aurons pas de cerises. » Expliquez. (C. E. Oise.)

65e leçon. — 1° Décrivez avec figures à l'appui un fruit à pépins et un fruit à noyau.

2° La gousse du pois : Observation de la gousse. Comment la fleur du pois a-t-elle donné une gousse ? Lorsque la gousse sèche sur la plante, que se produit-il ? (C. E. Seine-et-Marne.)

66e leçon. — 1° Une graine renferme une plante en miniature. Montrez-le en décrivant la graine du haricot. A quelles conditions se développe cette petite plante ? (C. E. Mayenne.)

2° Montrez par 4 croquis ce qui se passe au cours de la germination d'une graine de haricot. Quelles sont les conditions d'une bonne germination ? (C. E. Somme.)

3° En quoi consiste la sélection des semences ? Pourquoi est-ce une opération importante ? Comment déterminer la valeur germinative d'un lot de semences ? (Expériences.) (C. E. St-Julien.)

4° Quelles précautions convient-il de prendre pour réussir les semis ?

5° Qu'est-ce que le bouturage et quelle en est l'utilité ? Qu'est-ce que la greffe et pourquoi la pratique-t-on ?

67e leçon. — 1° Comment classe-t-on toutes les plantes à fleurs ? — Indiquez sur quelles observations est basée cette classification.

2° Principales familles de Dicotylédones. Indiquez les caractères particuliers d'une plante-type de chaque famille.

68e leçon. — 1° Citez des Graminées alimentaires ; — fourragères ; — industrielles. Caractères généraux des Graminées.

2° Décrivez le cône mâle et le cône femelle du Pin.

3° Caractères des Fougères ; — des Mousses — des Algues ; — des Champignons.

4° Faut-il manger n'importe quel Champignon ? Citez des Champignons comestibles ; — des Champignons vénéneux.

VI. — LES MINÉRAUX

69e leçon. — 1° Expliquez comment se sont formées les roches cristallines ou éruptives et les roches sédimentaires.

2° Quels sont les éléments qui constituent le granit ? Que forment ces éléments lorsque le granit se décompose ? Indiquez et justifiez les usages du granit.

70e leçon. — 1° Comment distingue-t-on les roches sédimentaires des roches éruptives ?

2° Propriétés de l'argile, ses principaux usages. (C. E. Oise.)

3° Expliquez la formation de la houille.

4° Quelles sont les roches combustibles que vous connaissez ? Que savez-vous de chacune d'elles ?

A LA MÊME LIBRAIRIE

TABLEAUX DE SCIENCES
PHYSIQUES ET NATURELLES

par

C. DIRAND

Directeur de Cours Complémentaire
à Paris

E. CARRON

Professeur
au Lycée Claude Bernard

Mme CARRON

Professeur à l'École Normale
d'institutrices de Paris

SUR UNE MÊME PLANCHE, TOUTE UNE LEÇON TRANSCRITE EN IMAGES MURALES — PRÉCISION ET RICHESSE DES DESSINS — NOMENCLATURE TRÈS DISTINCTE

Deux tableaux sur un même carton (110 × 88) R°. V°.

Œillets à l'écartement de ceux des cartes murales

TABLEAUX EN VENTE

N° 1. Les leviers.
» 1 *bis*. Les balances.
» 2. Vases communicants — Pressions exercées par les liquides.
» 2 *bis*. Pressions exercées sur les liquides.
» 3. Pression atmosphérique. Baromètre.
» 3 *bis*. Pompes.
» 4. Machine à vapeur.
» 4 *bis*. Moteur à explosions.
» 5. Aimantation par les courants — Effet calorifique du courant.
» 5 *bis*. Effets chimiques du courant électrique.
» 6. L'oxygène.
» 6 *bis*. L'hydrogène.
» 7. Métaux.
» 7 *bis*. Fer — fonte — acier.
» 8. Appareil digestif.
» 8 *bis*. Appareil respiratoire.
» 9. Circulation du sang.
» 9 *bis*. Cœur et vaisseaux sanguins.
» 10. L'excrétion.
» 10 *bis*. Le squelette.
» 11. Articulations — muscles.
» 11 *bis*. Système nerveux.
» 12. La vue.
» 12 *bis*. L'ouïe — l'odorat — le goût — le toucher.
» 13. Carnivores.
N° 13 *bis*. Insectivores — Rongeurs.
» 14. Ongulés à nombre de doigts impair
» 14 *bis*. Ongulés à nombre de doigts pair — les ruminants.
» 15. Organisation des Oiseaux — les Rapaces — les Palmipèdes — les Échassiers.
» 15 *bis*. Gallinacés — Passereaux — Grimpeurs — Coureurs — Colombins.
» 16. Classe des reptiles.
» 16 *bis*. Classe des batraciens.
» 17. Classe des poissons.
» 17 *bis*. Classe des insectes.
» 18. Arachnides — Crustacés — Vers.
» 18 *bis*. Mollusques — Rayonnés — Polypes — Éponges — Protozoaires.
» 19. La racine.
» 19 *bis*. La tige.
» 20. La feuille.
» 20 *bis*. La fleur.
» 21. Le fruit.
» 21 *bis*. Reproduction des végétaux.
» 22. Grandes divisions du règne végétal.
» 22 *bis*. Grandes divisions du règne végétal.
» 23. Formation de la terre — Roches éruptives.
» 23 *bis*. Roches sédimentaires.
» 24 Les aimants — La boussole.
» 24 *bis*. Le courant électrique.

TABLE DES MATIÈRES

PHYSIQUE

CHIMIE

LE CORPS HUMAIN

LES ANIMAUX

LES VÉGÉTAUX

LES MINÉRAUX

Imprimé en France. — Imp. LAHURE, Paris. — 42724-4-1954. — HATIER nº 2.043. —